

NOSITEL
VYZNAMENÁNÍ
ZA BRANNOU
VÝCHOVU
I. A II. STUPNĚ



ŘADA PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXXV/1986 ● ● ČÍSLO 4

V TOMTO SEŠITĚ

Vynálezy a zlepšovací návrhy 121

ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ

Měřicí technika

a dílenské pomůcky

Přesný digitální měřič kapacity	122
Poznámky ke stavbě	126
Digitální měřič kapacity	128
Měřič kapacit – přípravek k DVM	130
Jednoduchý měřič kapacit	132
Měřič kapacit s ICL7106	132
Měřič relativní vlhkosti	134
Měření teploty	134
Digitální teploměr	137
Digitální otáčkoměr s PLL	138
Logická sonda CMOS	139
Impulsní generátor	140
Nové zapojení generátoru funkcí	141
Výhody zapojení	143
Nízkofrekvenční rozmlač	143
Navijčka s regulací	145
a digitálním počítadlem	145
Elektroskop s tranzistory	146

Indikátory, spínače, časovací zařízení

Časový spínač 1 s až 100 minut	146
Digitální signální hodiny	146
Indikace kolísání síťového napětí	150
Indikátor změny napětí	150
Elektronické zapalování zářivek	151
Buzení digitronů a fluorescenčních displejů z CS20D	152
Přesný termostat	152
Bezkontaktní regulátor teploty	154

Video a nf technika

Přepínač videosignálů	154
Videoinvertor	154
Mixážní zařízení pro videorekordéry	156
TV modulátor	156
Elektronická výhybka	157
Zesilovače PMD	158

Doplňky pro motorová vozidla

159

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 133 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klábal, Redakční radu řídí ing. J. T. Hyan. Redaktor L. Kalousek, OK1FAC. Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, šéfredaktor linka 354, redaktor linka 353, sekretářka linka 355. Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs; pololetní předplatné 15 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta a doručovatel. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, ústřední expedice a dovoz tisku, závod 01, Kaňkova 9, 160 00 Praha 6. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ulice č. 889/23. Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy po 14. hodině. Číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 9. 8. 1986.

© Vydavatelství NAŠE VOJSKO.

VYNÁLEZY A ZLEPŠOVACÍ NÁVRHY

V souvislosti s nutností pracovat zcela jinak při přechodu z extenzivního na intenzivní způsob hospodaření a výroby vyvstává do popředí i nutnost rozvoje vynálezeckví a zlepšovatelství. Abychom si mohli utvořit představu o přínosu vynálezců a zlepšovatelů pro naše národní hospodářství, je vhodné uvést několik čísel. Problematikou a přínosem vynálezeckví a zlepšovatelství se v Technických novinách široce zabýval Dr. Andrej Henkeľ, předseda komise ÚR ČSVTS pro vynálezeckví a zlepšovatelství, který uvádí, že celkový společenský prospěch z realizovaných vynálezů, zlepšovacích návrhů a průmyslových vzorů byl za dobu 7. pětiletky 55 miliard korun (oproti plánovaným 45 miliardám). Z uvedených čísel je zřejmé, že přínos těchto činností je značný a významně pomáhá jak při výrobě plnění plánu podniků, tak i probojovávat nové cesty při výrobě a její přípravě.

Na začátku 7. pětiletky bylo v plánu vytvořit takové podmínky, aby se více než 10 % zaměstnanců, pracujících v organizacích, účastnilo na vynálezeckém a zlepšovatelství hnutí. Při hodnocení výsledků 7. pětiletky se ukázalo, že všude tam, kde vedoucí hospodářští pracovníci vytvořili pro vynálezce a zlepšovatele alespoň základní podmínky, se na technické tvořivé práci podílelo skutečně více než 10 % pracovníků, celostátní průměr je však mnohem nižší. Na vině nejsou ovšem jen vedoucí hospodářští pracovníci, někdy celou věc komplikují i sami zlepšovatelé a vynálezci, kteří se neorientují na řešení nejdůležitějších úkolů, nesprávně zpracovávají přihlášky zlepšovacích návrhů atd.

Přetrvávajícím nedostatkem je i nedostatečné využívání výsledků tvořivé technické činnosti, ať již vynálezů, zlepšovacích námětů a návrhů i průmyslových vzorů. V celostátním průměru se totiž ukazuje, že pouze asi kolem 50 % výsledků tvořivé činnosti pracujících se realizuje v plném rozsahu. To má kromě uvedeného i mnohé jiné důvody, někdy i malou informovanost vynálezců a zlepšovatelů o úrovni světové techniky v tom či onom oboru. Přitom v některých oblastech techniky jde vývoj ve světě tak rychle dopředu, že jen soustavným studiem co největšího množství zahraničních pramenů a rychlou realizací získaných poznatků lze se udržet nebo dostat na současnou světovou úroveň.

Při hodnocení výsledků 7. pětiletky proto komise ÚR ČSVTS zdůraznila, že je třeba, aby příslušní pracovníci v organizacích si vzali za povinnost informovat vynálezce a zlepšovatele o světové technice, poskytovat jim příslušnou literaturu v přijatelné formě, tj. v překladech tak, aby z ní bylo možno čerpat poznatky pro další tvůrčí technickou činnost. V této souvislosti je také třeba využít všech možností komplexních racionalizačních brigád, brigád socialistické práce i společenských organizací, zejména ČSVTS, SSM, Svazarmu.

V 8. pětiletce, v níž se počítá se zvýšením společenského přínosu vynálezecké-

ho a zlepšovatelství hnutí na 70 miliard korun, je třeba učinit organizační, technická a jiná opatření tak, aby byl úkol splněn, aby se hnutí vynálezců a zlepšovatelů dále rozšiřovalo a aby se zkvalitnilo vynálezy i zlepšovací návrhy tak, aby jich bylo možno realizovat mnohem více než dosavadních asi 50 %. Po zvážení všech nedostatků a rezerv je zřejmé, že se musí klást důraz především na jakost a rychlou realizaci vynálezů a zlepšovacích návrhů. Splnit požadavek jakosti znamená kromě jiného poskytovat pracovníkům již vzpomínuté moderní a komplexní informace o špičkových výrobcích a technologiích, materiálních atd. Proto nestačí jako dosud jednou ročně pořádat aktivity vynálezců a zlepšovatelů, ale je třeba je soustavně vzdělávat a učit. Také dosavadní způsob školení o právních a ekonomických otázkách je třeba z větší míry nahradit či vystřídat školením o technické tvořivosti. Přitom tato školení nemohou být jen věci útvarů pro vynálezy a zlepšovací návrhy, ale do vzdělání se musí zapojit také útvary vědeckotechnických informací, které soustřeďují technickou literaturu a rozšiřují poznatky. Navíc je třeba orientovat se na mládež, nový způsob práce s vynálezci a zlepšovatelé spočívá i v nutnosti, pracovat s předem vytýpanými pracovníky, kteří mají smysl pro tvořivou činnost, zprvu je při práci vést a postupně je přivádět k samostatnému řešení čím dál tím složitějších a náročnějších úkolů.

Vzhledem k tomu, že v 8. pětiletce má být podle plánu přijato a především realizováno alespoň 60 % podaných zlepšovacích návrhů, bude třeba dát vynálezům a zlepšovatelům i materiál a prostředky, které umožní urychlit realizaci zlepšovacích návrhů a vynálezů, a bude třeba zainteresovat je i hmotně (odměnami) na účasti při zkoušení a zavádění vynálezů a zlepšovacích návrhů do praxe.

Mnohem větší celkový přínos z vynálezů a zlepšovacích návrhů by jistě přineslo i to, kdyby byly osvědčené vynálezy a zlepšovací návrhy mnohem více rozšiřovány mezi podniky a závody jednoho koncernu, popř. i mezi podniky a závody koncernů s příbuznou výrobou. Nezanedbatelná je i otázka mezinárodní spolupráce, spočívající v tomto případě v lepší a důslednější dělbě práce mezi jednotlivými zeměmi RVHP.

Skromným příspěvkem redakce AR k tvůrčí činnosti amatérů i profesionálů jsou právě ta čísla AR řady B s obsahem, podobným obsahu tohoto čísla. Při přípravě Zajímavých a praktických zapojení není cílem redakce pouze uveřejnit taková zapojení, v nichž by se pouhou náhradou zahraničních obvodů dosáhlo stejných výsledků jako v originálních zapojeních, ale především ukázat na přístroje a zapojení, která přinášejí něco nového, ať již po stránce elektrického zapojení, mechanického řešení nebo použití mo-

derních součástek. Pak již jen závisí na realizátorovi zapojení nebo přístroje, aby využil s použitím našich součástek těch částí zapojení nebo přístroje, které umožní např. zlepšit funkci třeba i stávajících přístrojů, ušetřit energii, materiál, součástky apod.

V neposlední řadě je i zřejmé, že při dnešním rozšíření elektroniky do všech

oblastí života společnosti není možné ani účelné, aby náš průmysl dovážel nebo vyráběl součástky a přístroje, které jsou jednoduše nebo slouží jen malému okruhu lidí, je však užitečné poskytovat v časopise takové podklady a informace, aby si zájemci mohli postavit i výlučná zařízení, pokud je potřebují a využijí. I takové informace a přístroje jsou obsa-

hem Zajímavých a praktických zapojení.

A především... Nejde o to, je třeba znovu zdůraznit, bezduše kopírovat zahraniční zapojení, ale pracovat s nimi tvořivě, promyšleně a se znalostí věci – tak by bylo třeba přistupovat i k obsahu tohoto čísla AR řady B pro konstruktéry.

L. K.

ZAJÍMAVÁ A PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ

Ing. Josef Ludvík

Co psát úvodem? O rychlém rozvoji elektroniky? O množství nových integrovaných obvodů, které se téměř každodenně objevují v publikovaných zapojeních, o nichž nelze dlouho sehnat potřebné údaje? O nemožnosti, jak tyto obvody nahradit obvody, které lze u nás sehnat? Každý zná tuto situaci a v té či oné podobě se s ní setkal, stejně jako s nedostatkem (někdy přechodným, někdy trvalým) některých součástek na našem trhu. Že je třeba probrat doslova haldy zahraničních časopisů, než se najde námět, který by bylo možno v našich podmínkách realizovat? To je také notoricky známá skutečnost. A tak nezbyvá než se pustit do popisu vybraných zapojení s tím, že čtenáři pochopí situaci autora a jeho snahu přinést něco, co „tady ještě nebylo“ a to často i za cenu složitosti nebo momentální nerealizovatelnosti z běžné dostupných součástek.

Měřicí technika a dílenské pomůcky

Přesný digitální měřič kapacity do 1 μ F

Popsaný přístroj pracuje na odlišném principu, než většina dosud popsaných podobných přístrojů, měří náboj kondenzátoru. Vyznačuje se velkou rozlišovací schopností (zlomky pF), dobrou linearity a stabilitou. Lze na něm měřit nejen jednotlivé kondenzátory, ale i rozdíl kapacit dvou kondenzátorů. Měřený kondenzátor může být připojen i přívody, dlouhými až 2 m, přívod neovlivňuje výsledek měření.

Některé technické údaje

Princip měření:	měření náboje.
Třída přesnosti:	asi 0,2.
Doba ustálení:	asi 10 minut.
Rozsah indikace:	–99 až 999.
Šs napětí na měřeném kondenzátoru:	asi 3,6 V.
Rozsah pracovních teplot:	+10 až +40 °C.
Teplotní součinitel nuly na rozsahu 9,99 pF:	$\approx 0,005 \text{ } \%/K$,
nuly na ostatních rozsazích:	0,001 $\%/K$,
nuly při měření na přívodech:	0,05 $\%/K$,
max. kapacity:	0,015 $\%/K$.

Princip zapojení je schematicky na obr. 1. Přístroj se skládá z řídicí části (tranzistory T_a , T_b , T_c), přepínače (tranzistory $T_{3,1}$ až $T_{3,5}$), vyhodnocovací části (IO_2 , T_4) a číslicového voltmetru (na obrázku není zakreslen).

Pro funkce přepínací části jsou nutná řídicí napětí U_{s1} a U_{s2} , odvozená od stabilního oscilátoru. Při tom je nutné dodržet podmínku: $U_{s1} - U_{s2} = 0$, aby sériově zapojené tranzistory $T_{3,1}$ a $T_{3,2}$, popř. $T_{3,5}$ a $T_{3,4}$ nevedly současně. V první polovině přepínací periody jsou T_a a T_b zavřeny a T_c vede. Zdroj proudu I_{s3} je v této době zkratován tranzistorem T_c . $T_{3,1}$ a $T_{3,5}$ jsou uzavřeny. Zdroje proudu I_{s1} a I_{s2} napájí báze tranzistorů $T_{3,2}$ a $T_{3,4}$, které jsou otevřeny, to vede k úplnému vybití kondenzátorů připojených k X_1 až X_4 . Ve druhé polovině periody vedou T_a a T_b , T_c je uzavřen. Pak teče proud I_{s3} do bází $T_{3,1}$ a $T_{3,5}$. Kondenzátory C_x , $C_{10/12}$ a $C_{11/17}$ jsou nabíjeny proudem, jehož velikost je dána proudem I_{s3} a zesilovacím činitelem tranzistorů. Přímým připojením bází obou tranzistorů je

zajištěn časově shodný průběh zvětšovacího napětí na všech kondenzátorech.

Napětí se přestane zvětšovat v okamžiku, kdy napětí na kolektoru $T_{3,2}$ je větší než $U_{ref} + U_{D3}$. Diody D_3 se otevře a blokuje tak další zvětšování napětí na bázích $T_{3,1}$ a $T_{3,5}$ a tedy i další nabíjení připojených kondenzátorů.

Náboj potřebný k nabití kondenzátorů je odebrán z C_8 a C_9 , a podle rovnice

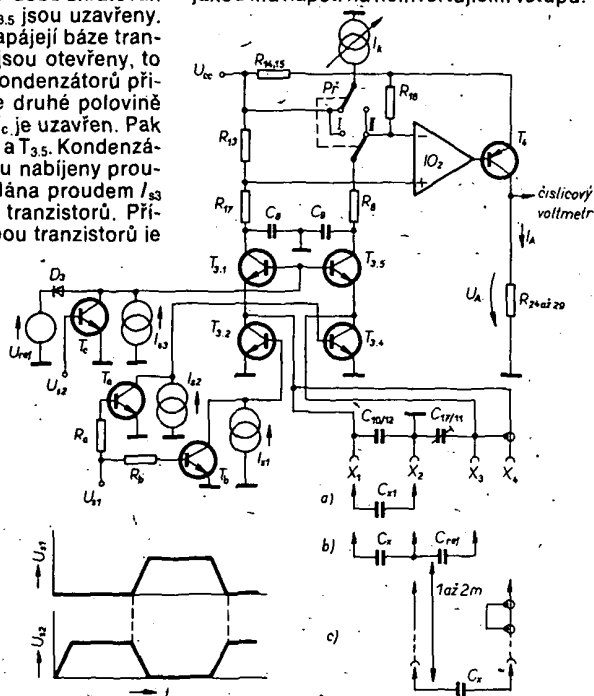
$$Q = CU$$

je závislý na maximálním nabíjecím napětí, v našem případě U_{ref} a kapacitách kondenzátorů, nikoli však na průběhu nabíjecího napětí. Energie, odebraná z C_8 a C_9 , je nahrazena přes rezistory R_{17} a R_{18} ze zdroje U_{CC} . Je-li $C_8 \gg C_{10/12} + C_x$ a $C_9 \gg C_{11/17}$, jsou proudy

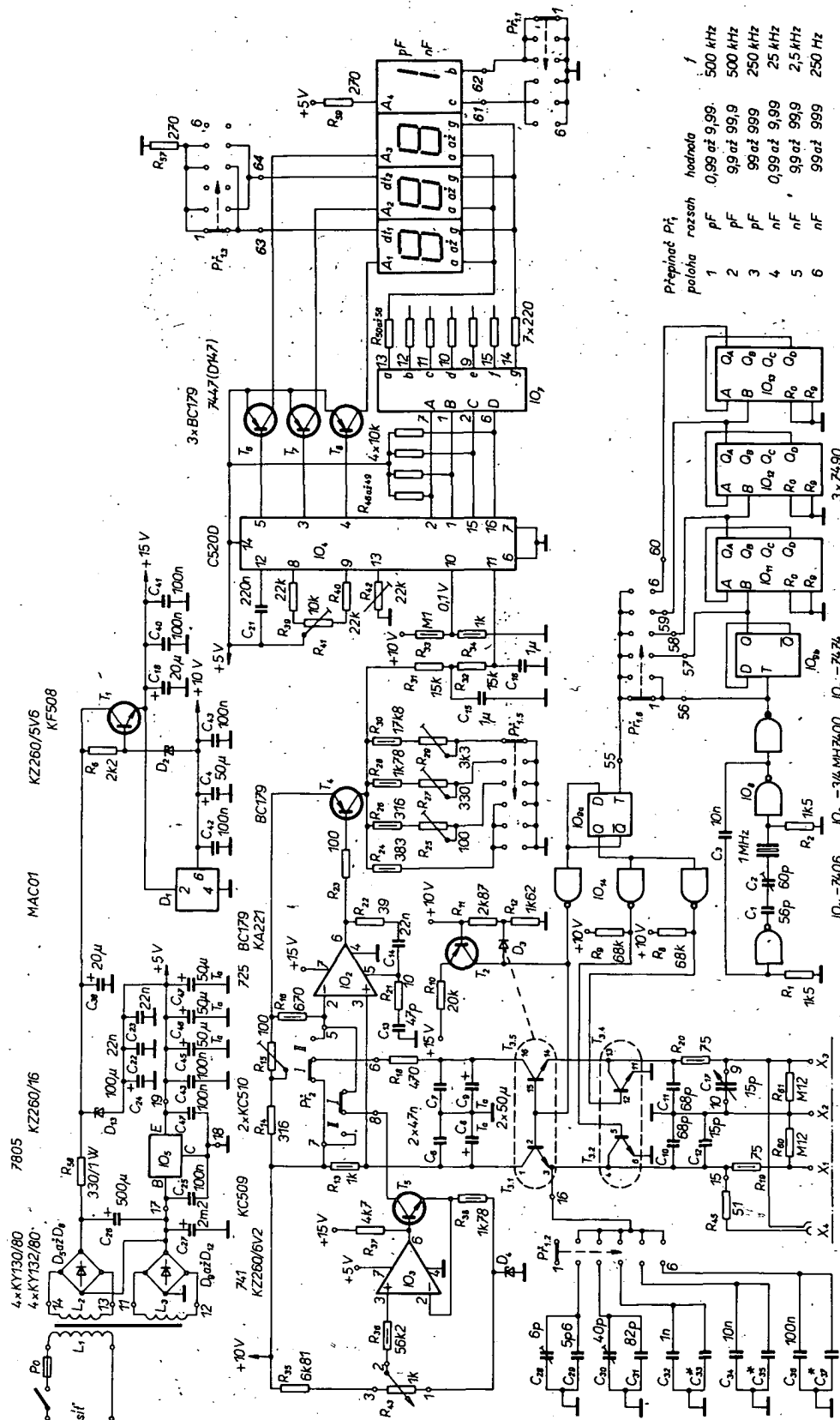
$$I_{R17} = f(C_{10-12} + C_x)U_{ref}$$

$$I_{R18} = f(C_{11/17})U_{ref}$$

Vyhodnocovací část s operačním zesilovačem IO_2 vyhodnocuje rozdíl těchto proudů. Úbytek napětí na R_{13} úměrný proudu I_{R17} zmenšuje napětí na neinvertujícím vstupu IO_2 . Je-li úbytek na $R_{14/15} + R_{16}$, daný proudem I_{R18} , menší než úbytek na R_{13} , otvírá IO_2 tranzistor T_4 tak, až přídavný proud tekoucí rezistorem $R_{14/15}$ a tranzistorem T_4 posune napětí na invertujícím vstupu na stejnou velikost, jakou má napětí na neinvertujícím vstupu.



Obr. 1. Princip zapojení měřiče kapacity



Přepínač P_1	poloha	rozsah	hodnota	f
1	1	pF	0,99 až 9,99	500 kHz
2	2	pF	9,9 až 99,9	500 kHz
3	3	pF	99 až 999	250 kHz
4	4	nF	0,99 až 9,99	25 kHz
5	5	nF	9,9 až 99,9	2,5 kHz
6	6	nF	99 až 999	250 Hz

Obr. 2. Zapojení měřiče kapacit
Rezistory s čárkou uprostřed = TR 161, 162

Výpočtem lze stanovit I_m :

$$I_m = I_{R17} \frac{R_{13}}{R_{14/15}} - I_{R18} \left(1 + \frac{R_{16}}{R_{14/15}}\right).$$

Za podmínky $R_{13} = R_{14/15} + R_{16}$ a dosazováním do vzorců vyjde

$$I_m = \frac{R_{13}}{R_{14/15}} U_{ref} (C_{x1} C_{10/12} - C_{16/17}).$$

Zvolené napětí s dvojitým provedením přepínacího obvodu a diferenciálním vy-

hodnocením má přednost v tom, že proudy, působené parazitními kapacitami, se navzájem ruší. Optimálního výsledku a dobré stability nuly dosáhneme použitím spínacích tranzistorů T_3 ve společném proudě a těsnou tepelnou vazbou s D_3 .

Další výhodou tohoto zapojení je možnost měření rozdílu kapacit. Podle poslední rovnice je I_m úměrný rozdílu kapacit $C_x - C_{ref}$. Kondenzátor C_{17} slouží v obou způsobech měření ke kompenzaci externích parazitních kapacit. Jeho základní kapacita je upravena kondenzátorem C_{12} .

Další možností je měřit kapacity na nepřístupných místech. Přepnutím přepínače do polohy I je větve R_{18} , $T_{3.5}$, $T_{3.4}$ napájena přímo ze zdroje U_{cc} . K nastavení nuly, to znamená ke kompenzaci $C_{10/12}$ a montážních kapacit je nutné zavést do invertujícího vstupu IO_2 proud přímo z řízeného zdroje. Tím se sice zhorší stabilita

přímé měření
 P_1 v poloze I

měření rozdílu
 P_1 v poloze II

měření pomocí šňůr
 P_2 v poloze I

nuly na 0,05 %/K, ale získá se možnost měřit pomocí měřících šňůr. K nulování (svorka X_2) použijeme běžnou laboratorní šňůru. Měřený kondenzátor připojíme na svorku X_1 stíněným vodičem, jeho stínění je připojeno na X_3 . Pro zjednodušení je pro tento vodič použita svorka X_4 . Na svorce X_3 – tedy na stínění – je napětí vyjádřené měřicí větve. Protože paralelním spojením bází $T_{3,1}$ a $T_{3,5}$ se mění napětí na X_1 a X_3 souhlasně, není mezi nimi – tedy mezi vnitřním vodičem a stíněním žádný potenciálový rozdíl a tedy ani žádný náboj. Vnitřní drát stíněného vodiče slouží výhradně k přivádění náboje do měřeného kondenzátoru.

Realizované zapojení přístroje je na obr. 2. Řídící napětí získáme z krystalového oscilátoru 1 MHz a z připojených děličů. Jednotlivé signály různých kmitočtů z děličů přepínáme $Pf_{1,2}$ a přivádíme je na řídící část, složenou z děliče IO_{9a} (1:2) a hradel IO_{14} . Klíčovací poměr je 0,5, takže nabíjecí a vybíjecí časy jsou zcela shodné.

Tranzistory T_8 , T_9 a T_{10} podle obr. 1 jsou realizovány hradly IO_{14} (7406), tranzistory T_3 jsou ve společném pouzdře po dvou (KC510). Řídící proudy pro $T_{3,2}$ a $T_{3,4}$ jsou odebírány z vnitřního zdroje 10 V přes R_8 a R_9 . Pro horní dvojici tranzistorů ($T_{3,1}$ a $T_{3,5}$) je proudovým zdrojem T_2 . Vyhodnocovací část je osazena k dosažení lepší teplotní stability operačním zesilovačem MAA725. Pro nastavení přesného rozdílového napětí slouží R_{15} . Výstupní napětí je na kolektoru T_4 jako úbytek na rezistorech R_{24} až R_{30} . Konstantní napětí je získáno ze zdroje referenčního napětí MAC01. Původně byl místo MAC01 použit operační zesilovač, ukázalo se však, že je zbytečný a byl vynechán, proto není na obr. 2 IO_1 zakreslen. T_1 pracuje jako omezovač proudu pro celou analogovou část tak, aby zkratky na svorkách X_1 až X_4 nemohly poškodit tranzistory T_3 . Tranzistor T_1 současně dává z emitoru napětí 15 V pro napájení operačních zesilovačů.

V číslicovém voltmetru je použit obvod C520D. Propusti R_{31} , C_{15} , R_{32} , C_{16} jsou potlačeny vlivy rušivých napětí, které se mohou vyskytnout hlavně na rozsahu 999 nF. Zobrazení výsledku je třímístné, čtvrtá číslice, která byla použita, indikuje rozsah pF (segment b) a nF (segment c). K obvodu C520D – ekvivalent AD2020 Analog Devices – patří dekodér 9374 Fairchild, s použitým dekodérem 7447 nebo D147 je nezbytné zobrazení přetížení a znaménka minus ($\overline{[a]}$).

K přepínání desetinných teček je použit přepínač $Pf_{1,3}$ pro indikaci rozsahů $Pf_{1,1}$. Aby bylo možno využít možnosti obvodu C520D indikovat záporné hodnoty až -99 pro měření záporných rozdílů a pro snazší nastavení nuly je vstup pro C_x (X_1) „zatížen“ kondenzátory C_{28} až C_{37} . Ty mají kapacitu 1/10 konečné kapacity příslušného rozsahu. Tyto kondenzátory mají být kvalitní s minimální teplotní a časovou závislostí. Kapacity kondenzátorů přesně nastavíme paralelním (sériovým) spojením kondenzátorů tak, aby napětí na kolektoru T_4 bylo 100 mV na všech rozsazích. Děličem R_{33} , R_{34} získáme rovněž 100 mV na vstupu IO_{14} , takže napětí na diferenčních vstupech IO a II bude právě nulové. Obvod C520D má sice možnost nastavení nuly na vstupech 8 a 9 , ale rozdílná velikost odporů rezistorů vzhledem k napájecímu napětí zmenšuje teplotní stabilitu nuly.

V původním článku autor rozebírá nepřesnosti, které vyplývají z použitého

principu měření a naměřené výsledky linearity. Pro zlepšení jsou vstupy zatíženy kondenzátory C_{10} , C_{11} asi 68 pF. Dalšího zlepšení bylo dosaženo sériovým zařazením rezistorů 75 Ω do přívodů X_1 a X_3 . R_{60} a R_{61} zlepšují linearity v rozsazích nanofaradů. Z naměřených výsledků vyplývá, že nejkritičtější je rozsah 999 pF, kde křivka odchylek protíná nulu při $C_x = 750$ pF. Tato kapacita je tedy nutná pro nastavování. Podobně to platí i pro rozsah 999 nF. Při měření šňůrami je podle impedance stíněného vodiče možné, že bude nutné nastavit odpor rezistoru R_{45} rovněž při $C_x = 750$ pF na rozsahu 999 pF.

Stavba přístroje

Přístroj je postaven na deskách s plošnými spoji podle obr. 3, vnitřní a vnější vzhled přístroje jsou na obr. 4 a 5. Kontrolujeme napájecí napětí 10 V, 15 V a 5 V. Jestliže pracuje i digitální voltmetr a přístroj reaguje na změnu kapacit na vstupních svorkách při Pf_2 v poloze I (měření šňůrami), po deseti minutách můžeme přistoupit k nastavení.

Kmitočty oscilátoru nastavíme trimrem C_2 a na svorkách X_1 , X_2 na rozsahu 9,99 pF musíme naměřit signál o kmitočtu 500 kHz. Úplně přesné nastavení není důležité, ale bude výhodné tehdy, když chceme mít po ruce pro jiná měření přesný, kalibrovaný kmitočt, a to na úrovni TTL. Některé krystaly mají snahu kmitat na harmonických nebo nekmitat vůbec, v tomto případě obvod upravíme změnou kapacity kondenzátoru C_1 (jejím zvětšením až desetkrát), příp. zvětšením R_2 na 2,2 k Ω . V tabulce jsou správné kmitočty oscilátoru a děliče:

Poloha přepínače Pf_1	kmitočty
1, 2	1 MHz
3	500 kHz
4	50 kHz
5	5 kHz
6	500 Hz

Na výstupu z IO_{9a} má být signál polovičního z uvedených kmitočtů – to je řídící kmitočt.

Pro dosažení dobré stability je třeba ke stavbě použít někde rezistory TR 161 až 162. Nastavovací odpory jsou typu WK 67911, protože obvyklé trimry se pro jemné nastavování nehodí. Jako sdružené tranzistory použijeme KC510 ($T_{3,1}$ a $T_{3,5}$, $T_{3,2}$ a $T_{3,4}$). Rychlá dioda D_3 je přilepena nebo jinak tepelně vodivě spojena (silikonová vazelína, „chladicí“ vazelína) s pouzdrem $T_{3,1} + T_{3,5}$. Kondenzátory C_8 a C_9 jsou tantalové. Otočný přepínač Pf_1 je typu TS 121 do plošných spojů a má 6krát 6 poloh, Pf_2 je miniaturní posuvný přepínač, který je připevněn na čelní desce. Kondenzátor C_{17} je také na čelní desce, má kapacitu 2 až 15 pF, nejlepší je vzduchový, miniaturní. R_{33} by měl být několikaotáčkový Aripot, ale ten je nedostupný a proto byl z nouze použit WK 67911 na opěrné desce připevněné na čelním panelu, ovladatelný šroubovákem. Transformátor je „na železe“ M17: L_1 má 3000 z o \varnothing 0,14 mm, L_2 má 270 z o \varnothing 0,14 mm, L_3 má 110 z o \varnothing 0,6 mm.

Pro nastavování potřebujeme přesné kondenzátory pro každý rozsah (asi 75 % max. kapacity, tedy 7,5 pF, 75 pF, 750 pF, 7500 pF, 75 nF a 750 nF), 750 nF potřebujeme dva. Na IO_4 (který je lépe dávat do objímky) měříme napětí 100 mV číslicovým voltmetrem.

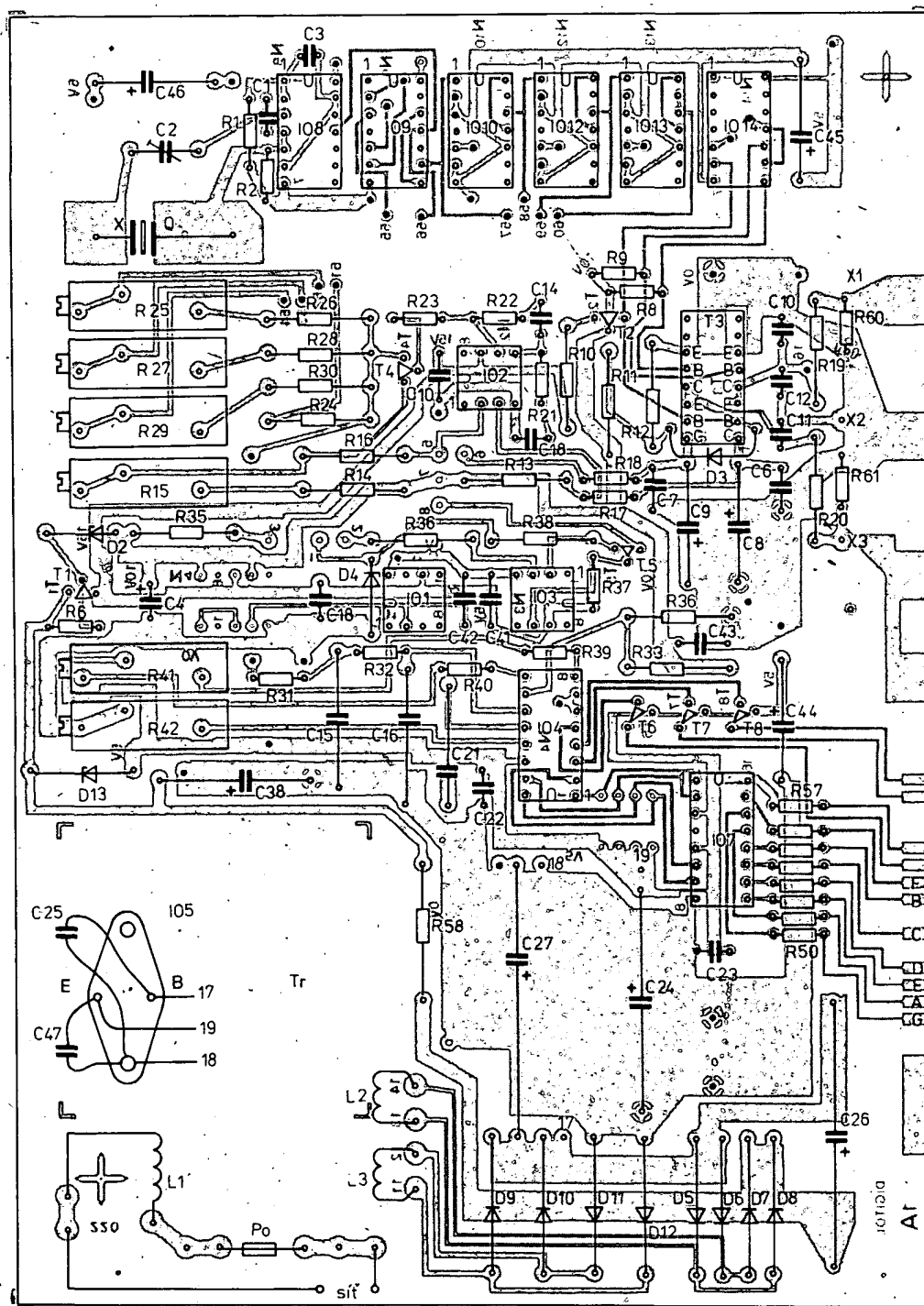
Plné přesnosti dosáhneme až po 10 minutách zahrnutí, po zapnutí můžeme ovšem měřit ihned, nevadí-li odchylka asi 1 až 3 %. Na rozsazích nF je měření bez problémů. Potíže se vyskytují především u rozsahu 9,99 pF, kde se uplatňuje i vliv kapacit přívodů, naší ruky apod. Proto je výhodné udělat si přípravek, který natrvalo zasuneme do svorek, do něhož můžeme kondenzátory uchytit u „kofene“ jejich vývodů. Rozsah 9,99 pF není určen pro měření pomocí šňůr, protože se uplatňuje i vliv jejich polohy a nastavení nuly je obtížné.

Diferenční měření je výhodné pro měření odchylek od normálu. Referenční

Postup nastavování

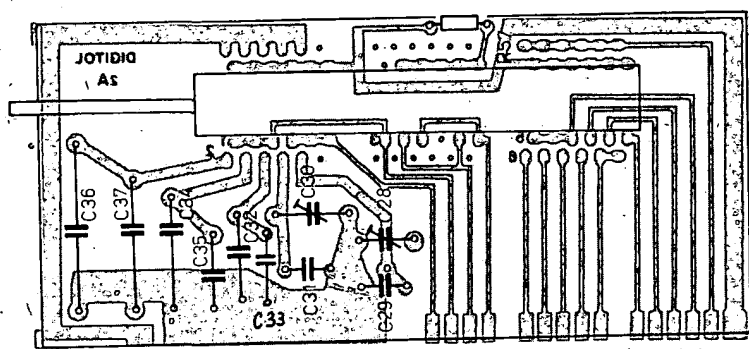
Při seřizování je přepínač Pf_2 v poloze II – přímé a diferenční měření

Rozsah Pf_1	Na vstup. svorkách	Nastavíme pomocí na displeji
999 nF	$C_x = C_{ref} = 0$	$R_{41} : 000$
999 nF	$C_x = 750$ nF, $C_{ref} = 0$	$R_{42} : \text{kapacita } C_x$
999 nF	$C_x = 750$ nF, $C_{ref} = 750$ nF	přečteme údaj na displeji (h_1)
999 nF	vyměníme C_x s C_{ref}	přečteme údaj na displeji (h_2)
999 nF	ponecháme	vypočteme: $0,5(h_1 - h_2)$ a výsledek pomocí R_{15} nastavíme na displeji
999 nF	$C_x = 750$ nF, $C_{ref} = 0$	$R_{42} : \text{kapacita } C_x$
999 nF	všechny postupy od začátku opakujeme, až výsledky jsou správné a při změně C_x a C_{ref} zůstávají stejné	
Seřízení nuly		
9,99 pF	$C_x = C_{ref} = 0$, R_{17} ve střední poloze	změnou kondenzátoru mezi měřicími svorkami přiblíž. 000
9,99 pF	$C_x = C_{ref} = 0$	$C_{17} : 000$
99,9 pF	$C_x = C_{ref} = 0$	$C_{28} : 000$
999 pF	$C_x = C_{ref} = 0$	$C_{30} : 000$
9,99 nF až 99,9 nF	$C_x = C_{ref} = 0$	C_{32} , popř. $C_{34} : 000$
Seřízení horní meze rozsahů		
9,99 pF	$C_x = 7,5$ pF, $C_{ref} = 0$	$R_{29} : \text{kapacita } C_x$
99,9 pF	$C_x = 75$ pF, $C_{ref} = 0$	$R_{27} : \text{kapacita } C_x$
999 pF	$C_x = 750$ pF, $C_{ref} = 0$	$R_{25} : \text{kapacita } C_x$
kontrolujeme obdobně v rozsazích nF		
Měření šňůrami		
999 pF	$C_x = 750$ pF	kontrola, popř. nastavení R_{45}



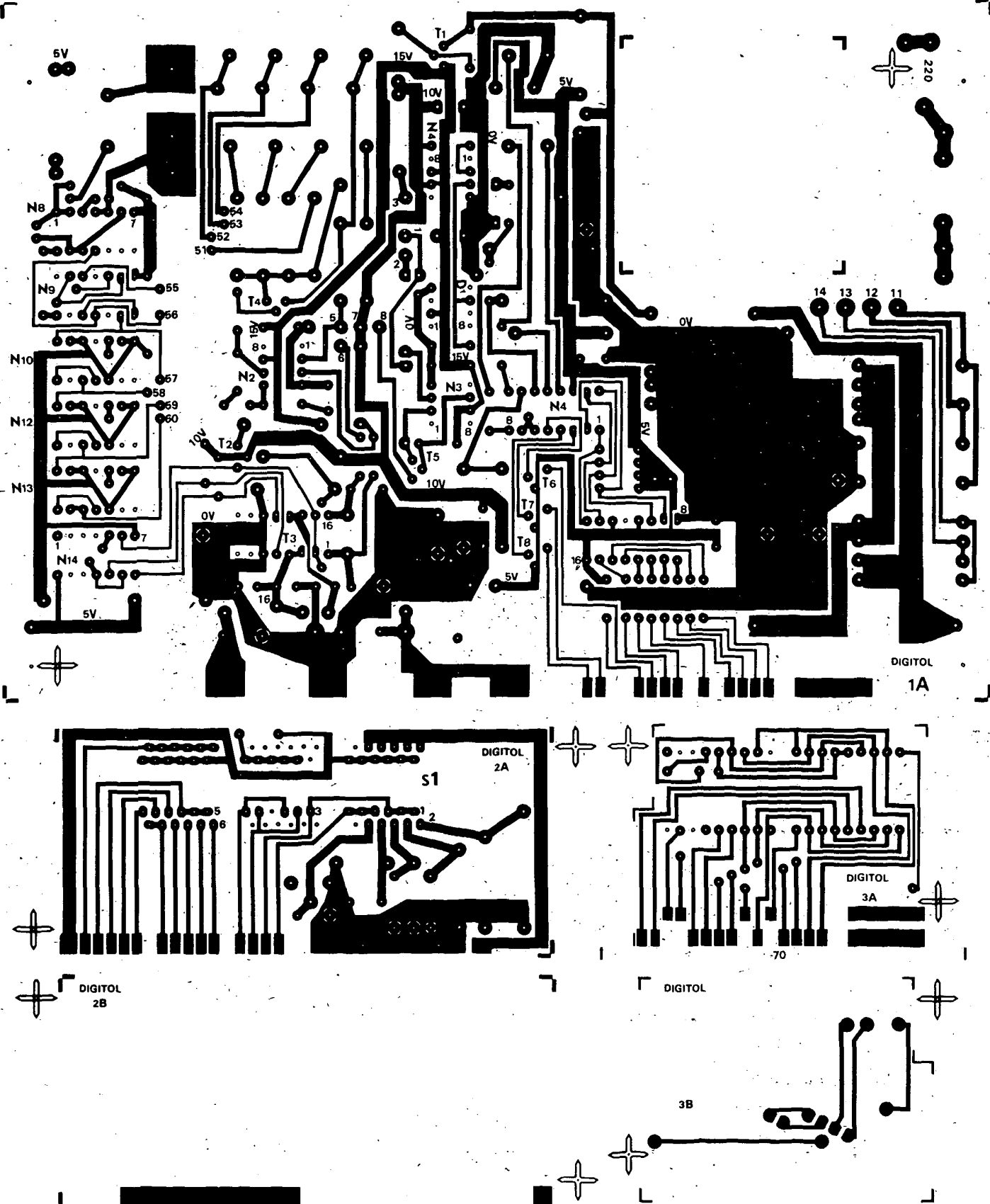
○ } propojovací drát nebo nýtek

Osazené desky s plošnými spoji měřiče kapacit, nahoře základní deska, dole deska přepínače Pf . Třetí deska (viz další strana) je určena pro zobrazovače VQE24 (VQE14) z NDR



kondenzátor zapojíme na svorky X_2 , X_3 (C_{ref}) a měření na svorky X_1 - X_2 (C_x). Přístroj ukáže odchylku od kapacity referenčního - normálového - kondenzátoru, buď kladným nebo záporným číslem. Důležité je, aby kapacity kondenzátorů nepřekročily příliš horní mez nastaveného rozsahu, protože by se mohli uplatnit rozdíly v linearitě obou měřících větví. Nezapomeňme také, že záporná maximální indikace je 99.

Spokojíme-li se s přesností menší než 0,5 %, pak připojením $C_{ref} = 1, 2$ nebo 3 μF obdržíme měřící rozsahy 1 až 2, 2 až 3 a 3 až 4 μF . Můžeme měřit i větší kapacity - měříme pak sériové zapojení kondenzátoru menší známé kapacity a kondenzátor neznámé kapacity a tu určíme výpočtem. Radio Fernsehen Elektronik č. 2-3/1985



Obr. 3. Desky s plošnými spoji měřiče kapacit (deska U224, U225, U226)

Poznámky ke stavbě

Protože se jedná o poměrně přesný měřicí přístroj, bude třeba použít většinou stabilní odpory, jak jsou uvedeny v seznamu součástek, a některé bude třeba i skládat. Některá pořadová čísla nejsou obsažena, tato čísla nejsou uvedena ani v seznamu součástek. O vynechání IO₁ již byla zmínka v textu.

mu součástek, a některé bude třeba i skládat. Některá pořadová čísla nejsou obsažena, tato čísla nejsou uvedena ani v seznamu součástek. O vynechání IO₁ již byla zmínka v textu.

DIGITOL

1B

Původně byl použit displej Siemens HA21321 (dvojitý), ale deska-s-plošnými spoji je navržena pro dvojici číslic z NDR, která se prodává i u nás: VQE14 (24). Základní deska-s-plošnými spoji je oboustranná. Na předním okraji jsou pájecí plošky pro kolmé upevnění desky s displejem, v pravé polovině základní desky jsou rovněž pájecí plošky pro připájení kolmé desky s přepínačem rozsahů a normálovými kondenzátory. Na základní desce jsou označeny body, které je třeba propojit s druhou stranou desky kouskem drátu pájením. Vývody součástek nikde nejsou propojkami, které by bylo třeba pájet i na straně součástek.

Zapojení je vyzkoušené, jsou v provozu dva přístroje, které pracují velmi uspokojivě.

Seznam součástek

Kondenzátory

C ₁	56 pF, keram.
C ₂	trimr max. 60 pF
C ₃	10 nF, keram.
C ₄	TE 004, 50 μF
C ₆ , C ₇	47 nF, keram.
C ₈ , C ₉	TE 152, 50 μF
C ₁₀ , C ₁₁	68 pF, keram.
C ₁₂	15 pF, keram.
C ₁₃	47 pF, keram.
C ₁₄	22 nF, keram.
C ₁₅ , C ₁₆	TC 215, 1 μF
C ₁₇	otočný kondenzátor na panelu
C ₁₈	TE 004, 50 μF
C ₂₁	TC 215, 0,22 μF
C ₂₂ , C ₂₃	100 nF, keram.
C ₂₄	TE 982, 100 μF

C ₂₅	100 nF, keram.
C ₂₆	TE 986, 500 μF
C ₂₇	TE 673, 2200 μF
C ₂₈	keram. trimr 6 pF
C ₂₉	5,6 pF, keram.
C ₃₀	keram. trimr 40 pF
C ₃₁	82 pF, keram.
C ₃₂ , C ₃₃	1 nF, svitek + doplň.
C ₃₄ , C ₃₅	10 nF, svitek + doplň.
C ₃₆ , C ₃₇	100 nF, svitek + doplň.
C ₃₈	TE 986, 20 μF
C ₄₀	100 nF, keram.
C ₄₁ , C ₄₂ , C ₄₃	100 nF, keram.
C ₄₄ , C ₄₅ , C ₄₆	TE 152, 50 μF
C ₄₇	100 nF, keram.

Rezistory

Neznačené mohou být TR 191 nebo jiné miniaturní

R ₁ , R ₂	1,5 kΩ
R ₆	2,2 kΩ
R ₈ , R ₉	68 kΩ
R ₁₀	20 kΩ, TR 161
R ₁₁	2,84 kΩ, TR 161
R ₁₂	1,62 kΩ, TR 161
R ₁₃	1 kΩ, TR 161
R ₁₄	316 Ω, TR 161
R ₁₅	100 Ω, WK 67911
R ₁₆	681 Ω, TR 161
R ₁₇ , R ₁₈	470 Ω
R ₁₉ , R ₂₀	75 Ω, TR 161
R ₂₁	10 Ω
R ₂₂	39 Ω
R ₂₃	100 Ω
R ₂₄	383 Ω, TR 161
R ₂₅	100 Ω, WK 67911
R ₂₆	316 Ω, TR 161
R ₂₇	330 Ω, WK 67911
R ₂₈	1,78 kΩ, TR 161
R ₂₉	3,3 kΩ, WK 67911
R ₃₀	17,8 kΩ, TR 161

R ₃₁ , R ₃₂	15 kΩ
R ₃₃	100 kΩ, TR 161
R ₃₄	1 kΩ, TR 161
R ₃₅	6,81 kΩ, TR 161
R ₃₆	56,2 kΩ, TR 161
R ₃₇	4,7 kΩ
R ₃₈ , R ₄₀	1,78 kΩ, TR 161
R ₃₉	22 kΩ
R ₄₁	10 kΩ, WK 67911
R ₄₂	22 kΩ, WK 67911
R ₄₃	1 kΩ, potenciometr
R ₄₄	51 Ω
R ₄₆ až R ₄₉	10 kΩ
R ₅₀ až R ₅₆	220 Ω
R ₅₇ , R ₅₉	270 Ω
R ₅₈	330 Ω, 1 W
R ₆₀ , R ₆₁	120 kΩ
R ₄₃ – několikaotáčkový, příp. WK 67911 připevněn na panel	

Diody

D ₁	MAC01
D ₂	KZ260/5V6
D ₃	KA206
D ₄	KZ260/6V2
D ₅ až D ₈	KY130/80
D ₉ až D ₁₂	KY132/80
D ₁₃	KZ260/16

Obr. 4. Přesný digitální měřič kapacity do 1 μF (2. str. obálky)

Obr. 5. Vnitřní uspořádání měřiče kapacit (2. str. obálky)

Polovodičové součástky diskrétní i IO

T ₁	KF508
T ₂	BC179
T _{3,1} + T _{3,5}	KC510
T _{3,2} + T _{3,4}	KC510
T ₄	BC179
T ₅	KC509
T ₆ až T ₈	BC179
IO ₂	MAA725
IO ₃	MAA741
IO ₄	C520D
IO ₅	MAA7805
IO ₇	D147C (D146C)
IO ₈	MH7400
IO ₉	MH7474
IO ₁₁ až IO ₁₃	MH7490
IO ₁₄	UCV7406N

Digitální měřič kapacity s rozsahem od 1 pF do 10 000 µF (10 mF)

Měření kapacit podle obr. 6 je založeno na měření času, potřebného pro nabití kondenzátoru C_x přes odpor R_1 na napětí $2/3 U_s$. Potřebný čas se měří klasicky čítačem, přičemž vhodnou volbou R_1 a kmitočtu lze dosáhnout toho, že údaj na displeji udává přímo kapacitu měřeného kondenzátoru.

Přístroj se skládá z vlastního měřicího obvodu, zdroje přesného kmitočtu, čítače s displejem a z řídicí logiky. Měřicí obvod využívá všech dobrých vlastností časovače 555.

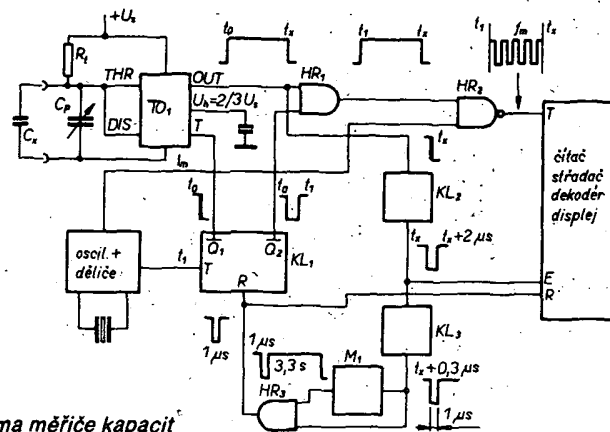
Aby bylo možno vykompenzovat vliv parazitních kapacit a případných přívodů, vstup je stále zatížen kondenzátorem C_p a začátek měření je posunut o jeho kapacitu.

Při popisu funkce měřicího přístroje vycházíme podle obr. 6 od okamžiku, kdy je měřicí obvod TO_1 spuštěn sestupnou hranou impulsu z klopného obvodu KL_1 . Vnitřní vybíjecí tranzistor (vývod DIS) obvodu TO_1 (555) se zavírá, kondenzátory C_x a C_p se začínají nabíjet přes R_1 ze zdroje U_s podle rovnice:

$$t = (-\ln 1 - \frac{U_n}{U_s}) R_1 (C_x + C_p)$$

a výstup OUT přechází do logického stavu H. Protože výstup Q_2 přešel na úroveň L, na hradlo HR_1 je úroveň L a hradlo HR_2 je nepropustné pro signál o kmitočtu f_m . Po uplynutí doby t_1 , odvozené od kmitočtu f_1 , odpovídající kapacitě C_p , se uvede výstup Q_2 KL_1 do stavu H, hradlo HR_1 na H a začíná propouštět signál o kmitočtu f_m z oscilátoru $2/3 U_s$. V tom okamžiku (t_x) vnitřní komparátor 555 překlopí jeho výstup do stavu L, otevře se vybíjecí tranzistor, který rychle vyboje C_x a C_p . (V definitivní verzi hotového přístroje byly přidány tranzistory T_3 a T_4 , aby velké náboje kondenzátorů velkých kapacit mohly být rychle vyboje). Na výstupu 555 je stav L, hradlo HR_1 také přechází do stejného stavu a hradlo HR_2 ukončí plnění čítače.

Sestupnou hranou výstupního signálu je spuštěn klopný obvod KL_2 , který vyšle záporný impuls na vstup E čítače, čímž se jeho obsah přenesou do paměti a na displej. Tentýž impuls spustí i časovací obvod KL_3 , který se zpožděním asi 0,3 s vyšle přes hradlo HR_3 nulovací impuls jednak do čítače a jednak do klopného obvodu



Obr. 6. Blokové schéma měřiče kapacity

KL_2 . Zpoždění 0,3 s je nutné proto, aby C_x a C_p měly dostatek času na vybití. Nulovací impuls současně přerušuje a uvolňuje funkci multivibrátoru M_1 , který produkuje záporné impulsy s opakovacím kmitočtem asi 0,3 Hz, $t = 3,3$ s. Příchod nulovacího impulsu přerušuje běžící cyklus a jeho skončení spustí další a na jeho konci je, pokud dříve nepřijde nový impuls z KL_3 , záporný impuls, který působí přes HR_3 jako nulovací pro KL_1 a čítač. Funkce tohoto multivibrátoru je nutná, protože po zapnutí v důsledku náhodných kombinací stavů a někdy i při měření může dojít k situaci, že KL_1 zůstane trvale na úrovni H a měřicí cyklus je zastaven. V tomto případě se uplatní M_1 , který uvede nulovacím impulsem obvod do výchozího stavu. Opakovací kmitočet 0,3 Hz vychází z nejdelší doby měření, která je v našem případě 2,54 s.

Skutečné provedení přístroje je na obr. 7 a časový diagram na obr. 8.

Srdcem celého přístroje je časovač IO_6 , na jeho přesnosti spínání závisí přesnost měření. Podle údajů výrobce je tato přesnost lepší než 1 % a teplotní stabilita je pod 50 ppm/K v rozsahu 0 až 70 °C. Kritickým místem je velikost $2/3 U_s$, v našem případě 3,334 V. Toto napětí je dáno vnitřním odporovým děličem, ale je možné i kompenzovat na vývodu 5. Kompenzační rezistory R_7 a R_8 by měly být stabilní, např. TR 161.

Odpor R_1 , nabíjecích rezistorů vychází z času t_x , který je dán zvoleným kmitočtem tak, aby číselný údaj displeje odpovídal přímo měřené kapacitě. Na rozsahu 9999 pF při kmitočtu 3,333 MHz (10 MHz : 3) jsou to 3 ms a tomu odpovídá

$$R_1 = \frac{t}{C_p (-\ln 1) \frac{U_n}{U_s}} = \frac{U_s}{U_n} \cdot 0,9104 = 273,1 \text{ k}\Omega$$

Pro rozsah 999,9 nF je R_1 shodný, měřicí čas bude

$$t = RC (-\ln 1) - \frac{U_n}{U_s} = RC \cdot 1,098 = 0,3 \text{ s,}$$

tomu odpovídá 33,33 kHz.

Pro rozsah 99,99 µF ponecháme kmitočet a změníme R_1 na 2,731 kΩ. Poslední rozsah 9999 µF bude mít kmitočet 3,333 kHz, tedy měřicí čas 3 s, z toho $R_1 = 273,1 \Omega$. To je již skutečně horní mez jak pro nabíjecí, tak i pro vybíjecí proud tranzistorem T_4 . Rovněž strmost zvětšování napětí na interním komparátoru IO_6 je malá a může vést k chybám. Jednotlivé rezistory R_1 ($R_1 - R_6$) musí být vybrány a nastaveny při cejchování. Spouštěcí impuls pro IO_6 získáme z klopného obvodu KL_1 (IO_{11-1}) a signálem o kmitočtu

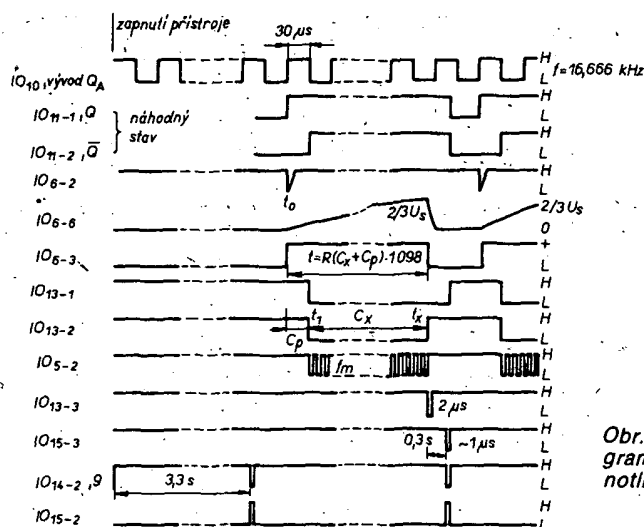
16 kHz je prostřednictvím hradla IO_{11-2} a hradla IO_{13-1} zajištěn začátek (IO_{13-2} , IO_{12-4} , IO_{5-2}) přenosu počítacího signálu, zpožděný o 30 µs. Toto zpoždění ($t_0 - t_1$) představuje na prvním rozsahu kapacitu 130 pF. Touto kapacitou je tedy zatížen vstup, aby údaj na displeji souhlasil s C_x . Část této kapacity tvoří C_1 a část nastavitelný C_2 . Při měření potom postupujeme tak, že změnou C_2 kompenzujeme případnou chybu nebo kapacitu přívodů a nastavíme na displeji nulu. Potom můžeme měřit. Tato kompenzace má význam jen na prvním rozsahu, na druhém je chyba zanedbatelná a na vyšších zcela bez významu.

Je třeba si uvědomit, že ztrátový činitel měřených kondenzátorů se uplatňuje nejvíce na začátku rozsahů, kdy se napětí zvětšuje strmě, a samozřejmě na nejnižším rozsahu. Kondenzátory s velkým svodem nebo sériovým odporem dávají zkreslené výsledky. Kondenzátory se svodem je vhodné měřit na vyšších rozsazích, kde se při menším R_1 svod uplatní méně, naopak při sériovém odporu přesnější výsledky dostaneme na nižším rozsahu.

Výstup časovače IO_6 je přiveden na klopný obvod KL_2 (IO_{13-4} , IO_{13-3} , C_9 , R_{12}). Na výstupu klopného obvodu je sestupnou hranou měřicího signálu vyvolán krátký záporný impuls, který slouží k převzetí stavu čítače do paměti a na displej a rovněž ke spuštění zpožďovacího obvodu KL_3 , který je tvořen polovinou dvojitého časovače IO_{14-1} (556). Místo dvoujitého časovače 556 je možné použít dva jednoduché časovače 555. Klopný obvod vyšle kladný impuls asi 0,3 s (IO_{17} , C_{12}), jeho tylová hrana spustí klopný obvod IO_{15-4} , IO_{15-3} , C_{10} , R_{13} . Záporný impuls jednak přeruší činnost multivibrátoru M_1 a jednak přes hradlo IO_{15-2} vynuluje poslední dělič zdroje kmitočtu, klopný obvod KL_1 (IO_{11-1} , IO_{11-2}) a čítač. Skončením tohoto impulsu – přechodem IO_{15-2} na úroveň L – jsou uvedené obvody připraveny pro další činnost.

Zdrojem signálu přesného kmitočtu je krystalový oscilátor 10 MHz, na kterém je závislá přesnost měření. Za oscilátorem jsou čtyři děliče, první – IO_7 – dělí třemi, ostatní pak deseti. Poslední z čítačů je nulován tak, aby interval 30 µs (16,666 kHz) byl spuštěn shodně s uvolněním klopného obvodu KL_1 . Jednotlivé signály jsou přivedeny na hradla s otevřeným kolektorem (IO_{16-3} , IO_{16-2} a IO_{16-1}), které tvoří přepínač kmitočtů ovládaný přepínačem rozsahů.

Přepínač rozsahů – Př – jednou částí spíná R_1 až R_6 v měřicím obvodu a druhou částí ovládá logiku, která řídí hradla přepínače kmitočtů (IO_{16-3} , IO_{16-2} , IO_{16-1}), dále spíná diody k indikaci rozsahů (pF, nF, µF), zapíná desetinné tečky a konečně



Obr. 8. Časový diagram průběhu v jednotlivých bodech měřiče kapacit

Jak vyplývá z popisu funkce, pro přesnost celého zařízení jsou určující R_1, U_s, U_n a f_m , které se navzájem ovlivňují. Mimo to musíme vzít v úvahu ještě i vliv saturačního napětí vybíjecího tranzistoru a předpokládáme, že měřené kondenzátory se začínají nabíjet od nuly, ale to ve skutečnosti není pravda. Protože se jednotlivé impulsy navzájem ovlivňují, můžeme změnou jednoho kompenzovat chybu druhého.

Nejdůležitější je zajistit „tvrdé“ a stálé napájecí napětí, referenční napětí U_n , zajistit vhodným děličem a pro krystalový oscilátor zajistit maximální stabilitu – potom případné odchylky vyrovnat změnou R_1 . Protože C_{14} i R_{18} mají velké tolerance, může se stát, že při měření na nejvyšších rozsazích spustí multivibrátor dříve, než skončí doba měření. Pak stačí C_{14} nebo R_{18} zvětšit tak, aby při měření kapacit větších než asi 12 000 μF přístroj ukázal přeplnění.

Stavba měřiče kapacity je dost náročná práce. Podle obr. 7 byly postaveny dva identické přístroje, které jsou již šest let v provozu. Po zapnutí u obou naskočí nějaké náhodné – ale vždy stejné – číslo; asi po dvaceti sekundách se objeví nula, přístroj je připraven k měření. Případný posuv nuly u nejnižšího rozsahu vyrovnáme C_{12} . Při měření – to platí především u elektrolytických kondenzátorů – vlivem svodů se čísla mění, ale měření i v tom případě dosahuje přesnosti lepší než 2 %.

Přístroj byl postaven na oboustranné plátové desce velikosti 190 x 145 mm, displej byl na zvláštní desce (obr. 10 a 11). Vzhledem k tomu, že součástky – i pasivní – z velké části nebyly tuzemského původu a SN74143 je prakticky nedostupný, nepovažuji otištění nákresu desky s plošnými spoji za účelné.

Radio Electronics 9/1978

Obr. 10. Digitální měřič kapacit s rozsahem 1 až 10 000 μF (2. str. obálky)

Obr. 11. Vnitřní uspořádání měřiče kapacit (2. str. obálky)

Měřič kapacit – přípravek k 3 1/2místnému DVM

Měřicí metoda

Měřicí metoda je na obr. 12. Neznámá kapacita C_x je určena měřením napětí na děliči C_x/R_s . Zvolíme-li odpor R_s mnohonásobně menší než kapacitní odpor X_C pro střídavý proud, pak C_x bude

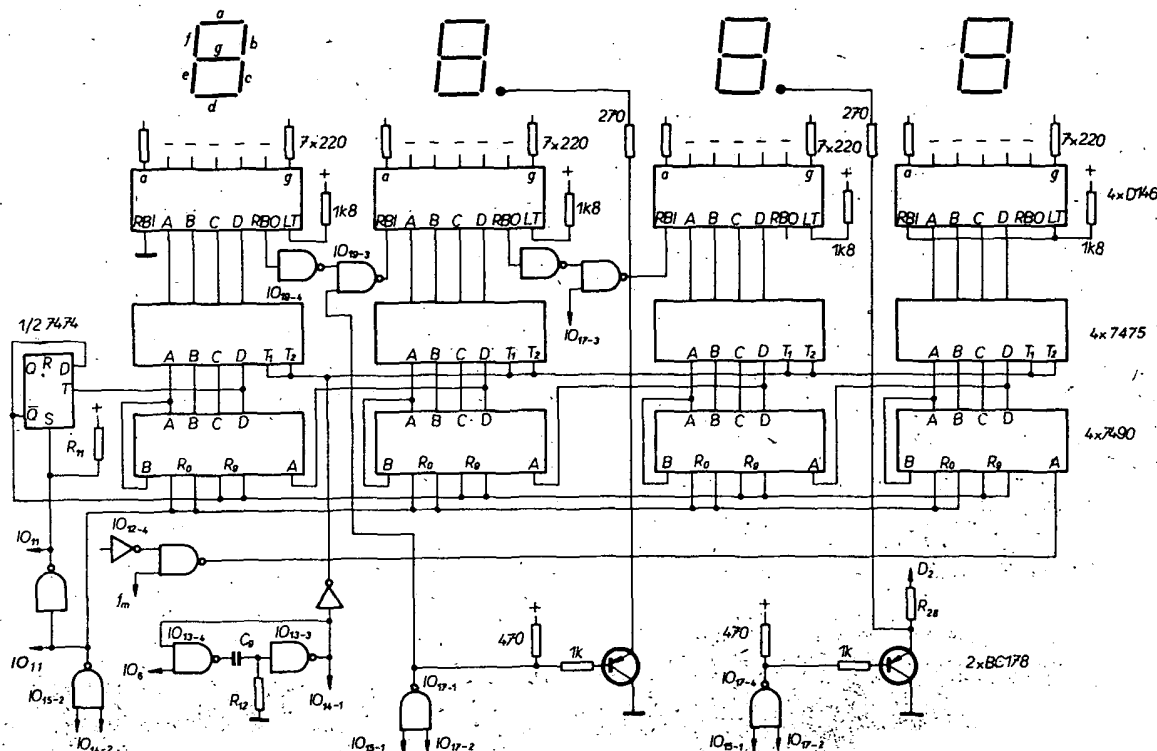
$$C_x = \frac{U_1/U}{2\pi f R_s}$$

kde U , f , R_s jsou známé a konstantní veličiny, takže jedinou proměnou je U_1 . Samozřejmě nechceme pracovat při měření kapacity s kalkulačkou, ale chceme kapacitu číst přímo.

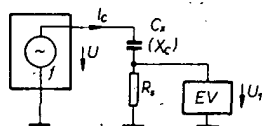
Blokové schéma a princip činnosti

Na obr. 13 je blokové schéma zapojení, v němž je ještě navíc usměrňovač a digitální voltmetr. Generátor vyrábí napětí trojúhelníkovitého průběhu, které se přivádí na měřený kondenzátor zapojený v obvodu diferenciátoru. Na výstupu diferenciátoru se objevuje napětí pravoúhlého průběhu, jehož amplituda je měřítkem velikosti C_x (jako U_1). Poté je tento signál usměrňován a změřen číslicovým voltmetrem.

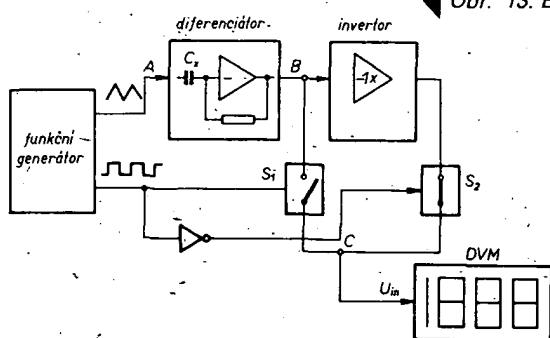
Usměrňovač je zapojen jako „fázové citlivý synchronní usměrňovač“, což zní sice komplikovaně, ale funkce je snadno pochopitelná. Signál pravoúhlého průběhu je přiváděn ve fázi na spínač S_1 (nebo



Obr. 9. Úprava čítače pro měřič kapacit s našimi součástkami

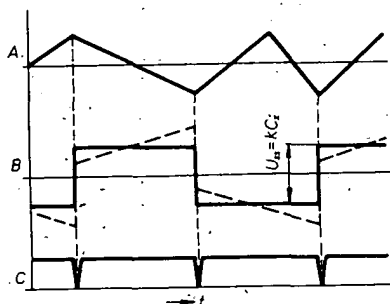


Obr. 12. Princip měřicí metody -



invertovaný na S_2). Spínače jsou řízeny (synchronně s napětím trojúhelníkovitého průběhu) tak, že spínají pouze kladné půlperiody napětí pravouhlého průběhu. Signály ze spínačů se sčítají, takže dostáváme ss napětí.

Na obr. 14 jsou průběhy napětí v jednotlivých částech. Sešikmení signálu pravouhlého průběhu nastává, protéká-li měřeným kondenzátorem zbytkový



Obr. 14. Průběhy napětí ve vybraných bodech

proud. Tento proud nevstupuje do měření ze dvou důvodů. Předně zmizí vytvořením střední hodnoty - průběh C - a dále není vůbec usměrňovačem registrován, protože vůči napětí trojúhelníkovitého průběhu je posunut o 90° .

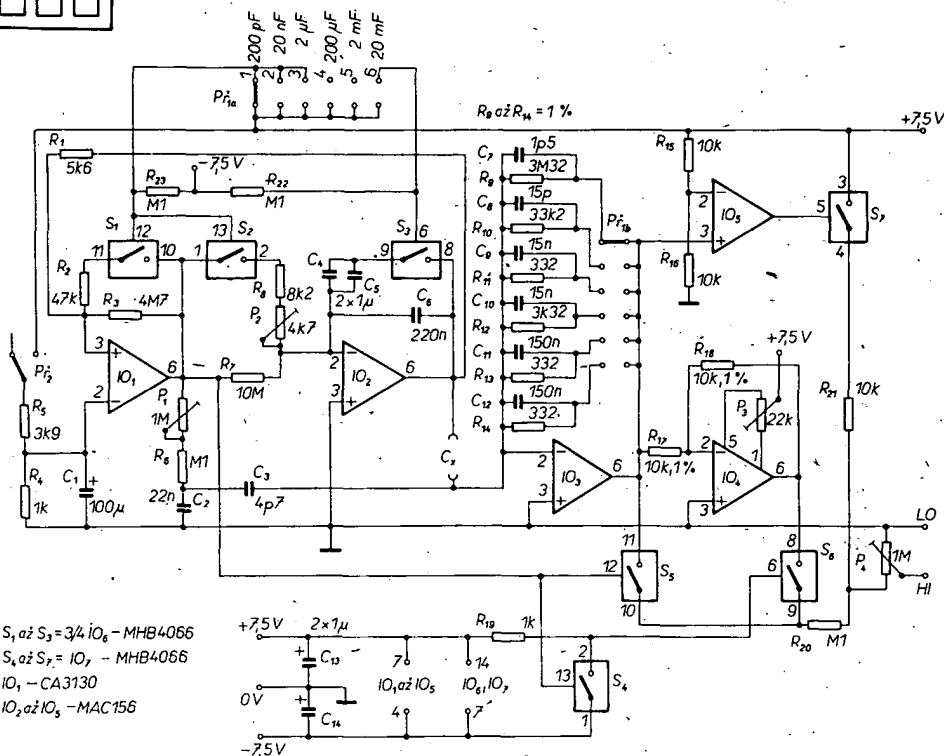
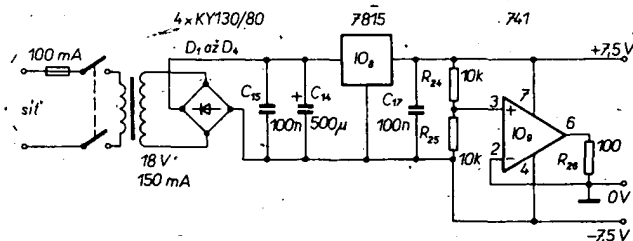
Zapojení

Konkrétní zapojení na obr. 15 (IO_1 , IO_2) tvoří funkční generátor. IO_1 je zapojen jako Schmittův klopný obvod. Ten dodává konstantní napětí integrátoru IO_2 , které integrátor převádí na stoupající. Dosáhne-li stoupající napětí prahové úrovně klopného obvodu, změní integrující napětí polaritu. Pak se integrované napětí zmenšuje až do dosažení druhého stavu klopného obvodu. Tímto způsobem získáváme napětí na výstupu IO_1 pravouhlého a na výstupu IO_2 trojúhelníkovitého průběhu. Napětí trojúhelníkovitého průběhu je zkušebním napětím pro kondenzátor C_x , který je zapojen jako součást diferenciátoru IO_3 . Na výstupu IO_3 je tedy napětí pravouhlého průběhu úměrné kapacitě měřeného kondenzátoru. Usměrňovač je tvořen integrovanými spínači (MHB4066 - 4 spínače v jednom pouzdře) S_5 . S_5 a dostává signál buď přímo nebo přes invertor IO_4 . Řídicí signál pro spínače je odebrán z IO_1 a přichází jednou přímo na S_5 a po druhé invertovaný pomocí S_6 na S_6 . Výstupní signály z S_5 a S_6 se sčítají

Obr. 16. Měřič kapacit jako doplněk k DVM (2. str. obálky)

Obr. 17. Vnitřní uspořádání měřiče kapacit (2. str. obálky)

Obr. 13. Blokové schéma měřiče kapacit jako doplňku k DVM



Obr. 15. Celkové schéma zapojení měřiče kapacit jako doplňku k DVM

a jsou přiváděny přes R_{20} a P_2 na vstup číslicového voltmetru.

Dolní propust P_1 , R_6 , C_2 formuje napětí pravouhlého průběhu z IO_1 na trojúhelníkovitý průběh. Tento signál přichází přes C_3 na vstup IO_3 . Protože zkušební signál je vůči tomuto signálu invertován, je možné tímto způsobem kompenzovat parazitní kapacity na vstupních svorkách. V praxi to znamená, že při otevřeném vstupu nastavíme P_1 tak, aby ukazoval nulu.

Při špatně zvoleném rozsahu způsobuje výstupní signál z IO_3 indikaci přepnutí na DVM. Je-li totiž kapacita kondenzátoru C_x příliš velká pro nastavený rozsah, pracuje IO_3 nikoli jako diferenciátor, ale jako komparátor. Proto se na výstupu IO_3 objeví napětí pravouhlého průběhu, které je vůči správnému signálu posunuto o 90° . Usměrňovač tedy nedostává žádné napětí a DVM by ukazoval nulu. IO_5 proto sepne při určité vstupní úrovni spínače S_7 a na vstup DVM přichází napětí přes R_{21} , takže DVM ukáže přepnutí.

Ještě několik slov k měřicím rozsahům a zkušebním signálům. Rozsahy se přepínají přepínačem P_1 . Při kondenzátoru 0 až $2 \mu F$ je amplituda signálu trojúhelníko-

vitého průběhu asi 1,8 V při 1 kHz. U elektrolytických kondenzátorů nad $2 \mu F$ je mezivrcholová velikost zkušebního signálu 18 mV při 100 Hz mimo rozsah 20 mF, při kterém by byl příliš zatížen operační zesilovač. Proto je kmitočet rozsahu snižován na 10 Hz. Přesnost měření na všech rozsazích by měla být 1 % mimo poslední rozsah, kde je 10 až 15 %. Chceme-li měřit elektrolytické kondenzátory na rozsahu $2 \mu F$, sepne přepínač P_2 . Tím se zvětší

zkušební signál asi na 1,5 V, aby na kondenzátoru nebylo záporné napětí.

Na výstupu je zapojen několikaotáčkový potenciometr P_4 , z jehož jezdecke budeme odebrat napětí pro DVM (rozsah 200 mV).

Přepínání desetinných teček není navrženo, záleží na použití DVM. Na vzorku (obr. 16 a 17) je DVM vestavěn přímo do měřiče kapacit.

Nastavení

Nejprve přepneme P_1 do polohy 20 mF a trimrem P_3 nastavíme nulu. Poté přepneme na rozsah 2000 pF a odporovým trimrem P_1 opět nastavíme nulu. Nyní přístroj vypneme a místo rezistoru R_{12} zapojíme přesný odpor 332 k Ω (1 %) a místo kondenzátoru C_{10} 150 pF. Na měřicí svorky připojíme svitkový kondenzátor 1,5 μF a P_1 přepneme na rozsah 200 μF . Přístroj

zapneme a údaj zaznamenáme. Pak přepneme P_1 do polohy 2 μF a trimrem P_2 nastavíme stejný údaj. Poloha desetinné tečky nehraje roli. Pak odstraníme náhradní R_{12} a C_{10} a připojíme na jejich místo předepsané součástky.

Konečně připojíme na svorky kondenzátor 10 nF, 1 %, přepneme P_1 do polohy 20 nF a trimrem P_4 nastavíme na displeji přesně 10,00 nF. Na přesnosti tohoto kondenzátoru závisí přesnost nastavení. Pokud použijeme k měření hotový multimetr, nebudou souhlasit polohy desetinných teček. Použijeme-li panelový voltmetr (např. ICL7106, 7107), můžeme desetinné tečky přepínat třetí sekci P_1 .

Pokud bychom chtěli rozšířit měřicí kapacity o rozsahy 2 nF, 200 nF, 20 μF , budou pro ně členy RC v diferenciátoru 332 k Ω /15 pF, 3,32 k Ω /1,5 nF, 33,2 k Ω /1,5 nF.

Před měřením musíme vždy kondenzátor vybit!

Elektronika 2/84

Jednoduchý měřicí kapacit jako doplněk multimetru

Přístroj je určen pro panelový voltmetr s rozsahem 200 mV s obvodem ICL7106. Princip měření ukazuje blokové schéma na obr. 18. Signál z vývodu 21 (back plane) obvodu ICL7106 zpracováváme ve zdroji spouštěcích impulsů (obr. 19). Jejich šířka je 50 ns a jsou záporné. Tyto impulsy spouštějí monostabilní klopný obvod. Jeho konstanta RC je dána normálovými rezistory a měřeným kondenzátorem C_x . Šířka výstupního impulsu je potom přímo úměrná neznámé kapacitě. V integrátoru dostáváme napětí přímo úměrné šířce impulsu z monostabilního klopného obvodu (MKO), které měříme panelovým voltmetrem. Kondenzátor C_1 zvětšuje kapacitu původního kondenzátoru hodin obvodu ICL7106. Tím se prodlouží perioda (asi na 20 ms) spouštěcího kmitočtu tak, že můžeme měřit až do rozsahu 20 μF (perioda 20 ms).

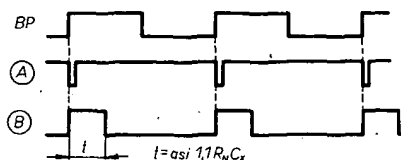
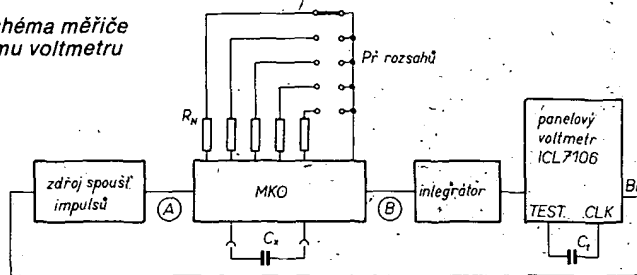
Zapojení měřicí kapacit je na obr. 20. Zdroj spouštěcích impulsů je vytvořen z oddělovacích tranzistorů T_1 , T_2 . Mezi nimi je zapojen derivační článek, který zkracuje impulsy na 50 ns, a dioda, která odřezává zápornou část signálu.

Samotný MKO je tvořen verzí CMOS časovače 555 s označením ICM7555. Lze použít i 555, ale ten má větší spotřebu (asi 2 mA) a na rozsahu 20 μF nepracuje vždy spolehlivě (není lineární). Výběrem lze však získat i 555 s vhodnými parametry. Integrátor se skládá z kondenzátoru C_3 a rezistoru R_{11} . Z C_3 odebíráme napětí, které na potřebnou velikost nastavíme trimrem P_2 . Jehož běžec je připojen na vstup IN HI voltmetru. Vstup IN LO je oddělen od COMMON a je na něj přivedeno napětí, kterým nulujeme měřicí kapacity, aby neměřil parazitní kapacity přívodů. Kondenzátor C_2 se připojuje navíc, původní člen RC mezi vývody 40, 39, 38 zůstává zachován.

Přepínání desetinných teček a případné přepínání funkcí U , I , R , C na multimetru je třeba řešit podle typu přístroje. Závisí na použité konstrukci a dostupných prvcích. Přesnost měření kapacity je asi ± 2 %.

Practical Electronics 7/81

Obr. 18. Blokové schéma měřicí kapacit k panelovému voltmetru



Obr. 19. Průběhy napětí v měřicí kapacit

Měřicí kapacit s obvodem ICL7106.

Jedná se o malý měřicí kapacit v rozsahu 1 pF až 20 μF s přesností $\pm 0,5$ %, napájený devítivoltovou baterií. Odběr je asi 2 mA.

Princip měření bude objasněn na zjednodušeném zapojení na obr. 21. Referenční napětí je transformováno sériovým zapojením integračního a derivačního stupně. Integrační stupeň pracuje s pevnými hodnotami, zatímco derivační stupeň pracuje s měřeným C_x a normálovými R_n .

Princip měření

Během měřicího cyklu jsou všechny spínače v nakreslené poloze. Na výstupu IO_1 vzniká napětí pilovitého průběhu se sklonem 10 V/S. Operační zesilovač IO_2 má zavedenu zpětnou vazbu rezistorem R_n , takže na jeho vstupu je trvale nula. Měřený kondenzátor C_x je vybíjen konstantní

rychlostí. Na výstupu IO_2 se projeví vybíjecí proud jako ekvivalentní napětí, které je v digitálním voltmetru s dvojitou integrací srovnáno s referenčním napětím. Protože U_{ref} je i na začátku měřicího řetězce, nemá žádný vliv na výsledek měření. Údaj displeje se řídí rovnici:

$$\text{údaj} = K \frac{C_x R_n}{C_1 R_1}$$

kde K je dělicí poměr R_{28}/R_{29} referenčního napětí v DVM.

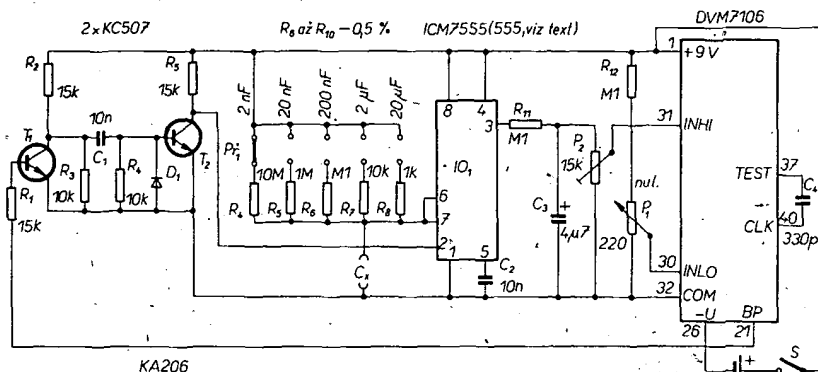
Systém nezpůsobuje žádné chyby mezi měřicími rozsahy. Parazitní vstupní kapacity derivačního stupně se neuplatní, protože vstup IO_2 je bez paměti. Na konci měřicího cyklu se všechny spínače sepnou. Výstup IO_1 přechází do kladných hodnot, takže C_x se opět nabije.

Jeden ze spínačů přemostuje IO_2 , proto se na jeho výstupu objeví vstupní rozdílové napětí. Protože vstup DVM je v této fázi uzemněn, nabije se C_1 na velikost vstupního rozdílového napětí a způsobuje tak automatické vyrovnání nuly.

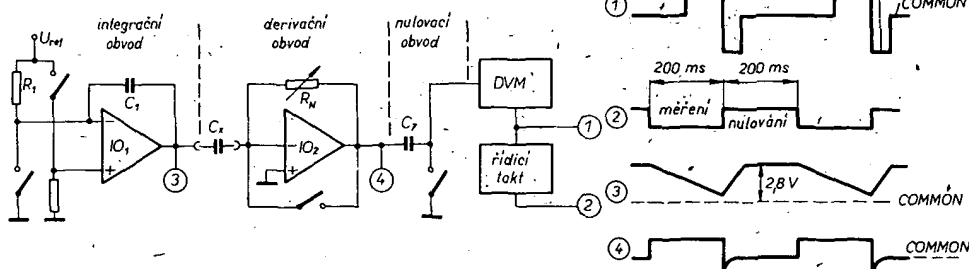
Po 200 ms přecházejí všechny spínače do výchozí polohy a měřicí cyklus začíná znovu. Vnitřní měřicí fáze DVM startuje o 100 ms později. Časový rozdíl je nutný, aby mohly odeznít záškuby derivačního stupně.

Zapojení (obr. 22)

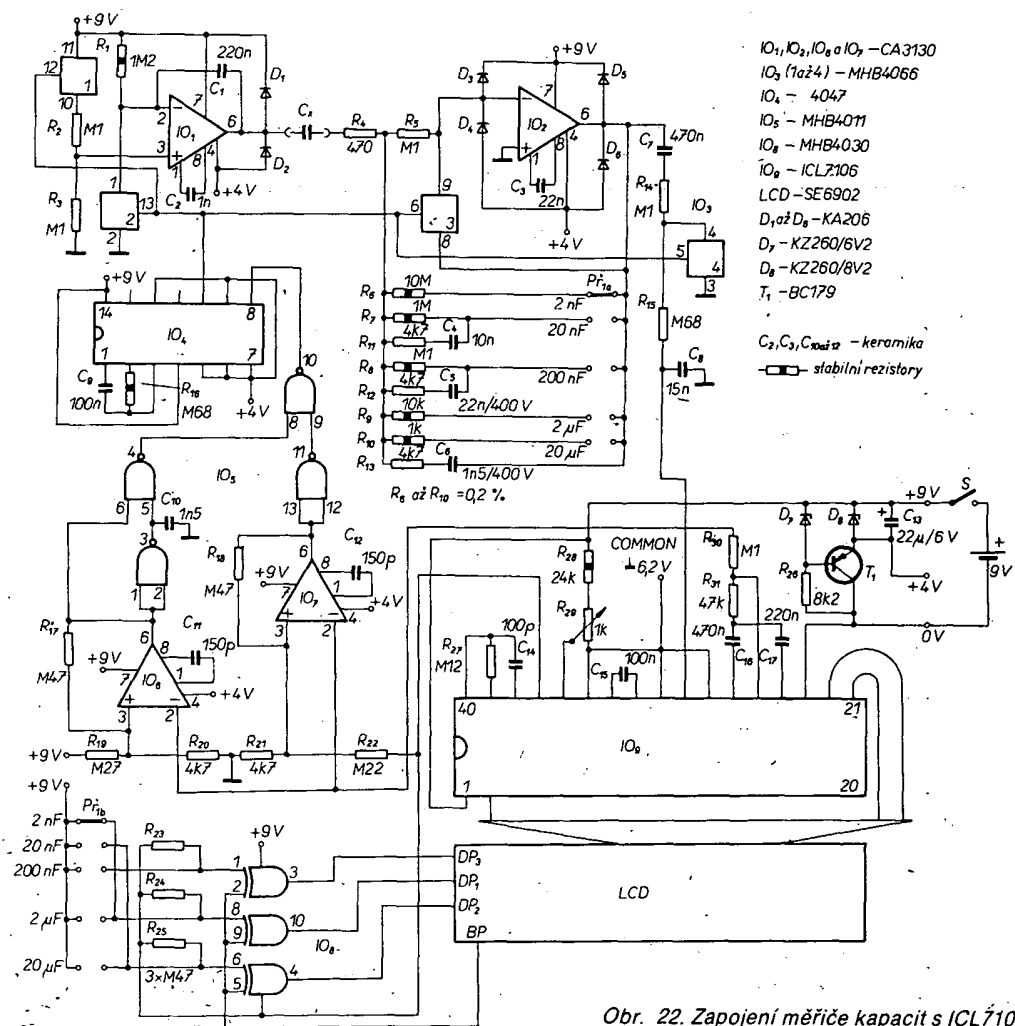
Přístroj je postaven z obvodů CMOS a operačních zesilovačů s malým odběrem, z čehož vyplývá i malá spotřeba asi



Obr. 20. Zapojení měřicí kapacit



Obr. 21. Blokové schéma měření kapacity a průběhy napětí ve vybraných bodech



Obr. 22. Zapojení měřiče kapacit s ICL7106

2,5 mA. V integračním stupni musí mít R_1 a C_1 malý teplotní součinitel (použijeme např. rezistory TR 161 a kondenzátory REMIX C 219 nebo TC.215). Diody D_1 až D_8 , D_9 a rezistory R_5 , R_{11} , R_{12} , R_{13} slouží jako přepětová ochrana při nabitých kondenzátorech. Proto jsou přípustná napětí až 400 V.

Derivační stupeň reaguje citlivě na sebemenší záškuby napětí plovitého průběhu a na šum integrátoru. Na dolních měřicích rozsazích ruší na výstupu IO_2 šum, který je potlačen zpětnou vazbou C_4 až C_6 na přípustnou velikost. Na horních rozsazích se uplatňují rušivé hlavně záškuby. Ty jsou potlačovány rezistorem R_4 . Kondenzátor C_7 slouží, jak už bylo popsáno, k automatickému nastavení nuly. Během tohoto pochodu mohou téci větší vyrovnávací proudy přes spínač 4 (CMOS), které mohou zvětšovat napětí na vývodu COMMON voltmetru směrem k záporným hodnotám; R_{14} omezuje tyto proudy. Filtř R_{15} , C_8 má potlačit pronikání brumu při dolních rozsazích.

Digitální voltmetr je postaven se známým obvodem ICL7106. Vývod COMMON dává vztahné napětí pro celý přístroj a je proto na schématu označen jako zem. Mezi tímto vývodem a kladným pólem baterie je referenční napětí (2,8 V). IO_8 je napájen z DVM, protože napětí pravouhlého průběhu z IO_8 a IO_9 musí přesně souhlasit, aby se nezkracovala doba života displeje LCD. Ostatní IO jsou napájeny ze stabilizovaného zdroje přes tranzistor T_1 .

Nedostatkem ICL7106 je, že nemá vyveden vnitřní řídicí takt. Poněkud komplikovaným zapojením může být tento signál

odvozen z vývodu 28. Postupně jsou na tomto vývodu napětí COMMON, kladné měřicí napětí a záporné referenční napětí. Přechod mezi měřicím a referenčním napětím je časový bod, který potřebujeme získat. IO_6 a IO_7 jsou klopné obvody s prahem asi 75 mV. Na začátku deintegrace spustí referenční napětí přes IO_7 a IO_5 monostabilní klopný obvod IO_4 . Při otevření měřicím vstupu se objeví referenční napětí jen jako jehlový impuls kladné nebo záporné polarity. Protože v druhém případě by chyběl takt, spouští tento impuls přes IO_6 a IO_5 monostabilní obvod. Protože však i kladné měřicí napětí může vyvolat stejný jev, je u IO_6 využita jen jehlová hrana a v IO_5 je přeměněna na jehlový impuls. Monostabilní obvod je nastaven na 200 ms a řídí spínače CMOS.

Realizace

Jako operační zesilovače jsou použity CA3130, neboť mají malé napájecí napětí (± 2 V) a malý odběr. Bylo by je možné nahradit obvody B061 z NDR; pak je nutné vypustit kompenzační kondenzátory C_2 , C_3 , C_{11} , C_{12} . Spínače (MHB4066), hradla (MHB4011, MHB4030) vyrábí nebo bude vyrábět TESLA Piešťany. Monostabilní obvod CD4047 lze zakoupit např. v MLR. Obvod DVM ICL7106 se má u nás začít vyrábět v roce 1986. Displej LCD již vyrábí TESLA Vrchlabí pod označením 4DR822, jinak jej lze také dostat v MLR.

Při dobrém provedení a odstínění svorek (plechem, na který je připevníme a který spojíme s kladným pólem baterie) bude údaj na displeji při rozpojených svorkách 1 pF.

Nastavení

Deska s plošnými spoji se osadí s výjimkou R_1 , R_{16} a R_{27} . Místo těchto rezistorů zapájíme trimry předem nastavené na odpor podle schématu.

Nejprve zkontrolujeme napájecí napětí $5 \text{ V} \pm 10 \%$ na C_{13} . Pak připojíme přesný kondenzátor ($> 10 \text{ nF}$) na měřicí svorky a nastavíme příslušný rozsah. Referenční napětí DVN nastavíme pomocí R_{29} na 100 mV (měřeno mezi vývody 35 a 36 na IO_9).

Pro optimální potlačení brumu musí být měřicí čas celistvým násobkem síťové periody. Měřicí cyklus se nastaví rezistorem R_{27} na 400 ms (měřeno na vývodu 10 IO_4). Překlápění monostabilního obvodu IO_4 se nastaví na 200 ms rezistorem R_{16} (také na vývodu 10 IO_4). Rezistory R_{16} a R_{27} se nyní nahradí pevnými rezistory odpovídajících odporů. Údaj displeje se nastaví rezistorem R_1 na přesnou kapacitu podle měřeného kondenzátoru. Trimr nahradíme rezistorem, přičemž údaj by se neměl lišit o více než 5 %. Nakonec nastavíme potenciometrem R_{29} přesný údaj kapacity.

Při měření je důležité, aby kondenzátory malých kapacit byly zasunuty přímo do měřicích svorek, protože parazitní kapacity přívodních šňůr by zkreslily výsledek a rovněž pronikání brumu by způsobilo kolísání údajů.

Funkschau 26/80.

Měřič relativní vlhkosti

K příjemnému pocitu doma nebo na pracovišti nestačí jen správná teplota v místnosti. Důležitým činitelem je také relativní vlhkost vzduchu, která by se měla pohybovat v rozmezí 30 až 65 %. V místnostech, v nichž je větší možnost vzniku elektrostatického náboje a v nichž není vodivá podlaha, se doporučuje relativní vlhkost 50 %. Tato relativní vlhkost by tedy měla být ve všech dílnách a laboratořích, kde se pracuje s tranzistory a integrovanými obvody MOSFET a CMOS.

Vlhkoměry rovněž potřebují zahrádkáři do svých skleníků, využívá se jich v muzeích a obrazárnách atd.

Klasické vlhkoměry jsou založeny na principu změny délky lidského vlasu v závislosti na vlhkosti. Změna délky je pomocí pákového mechanismu převedena na ručičku přístroje nebo na zapisovač. Tyto vlhkoměry jsou však v levném provedení dosti poruchové a choulolistivé. Proto firmy Siemens a Valvo vyvinuly elektronické čidlo snímající vlhkost vzduchu. Čidlo je založeno na principu kondenzátoru, jehož kapacita se mění v závislosti na vlhkosti. Výrobek firmy Valvo mění svou kapacitu v rozmezí vlhkosti 0 až 100 % od 110 pF do 150 pF. Čidlo firmy Siemens má označení KHY10. Zapojuje se do oscilátoru 200 kHz tak, že se se změnou kapacity mění i střída signálu. Dále již budeme uvažovat pouze čidlo Valvo.

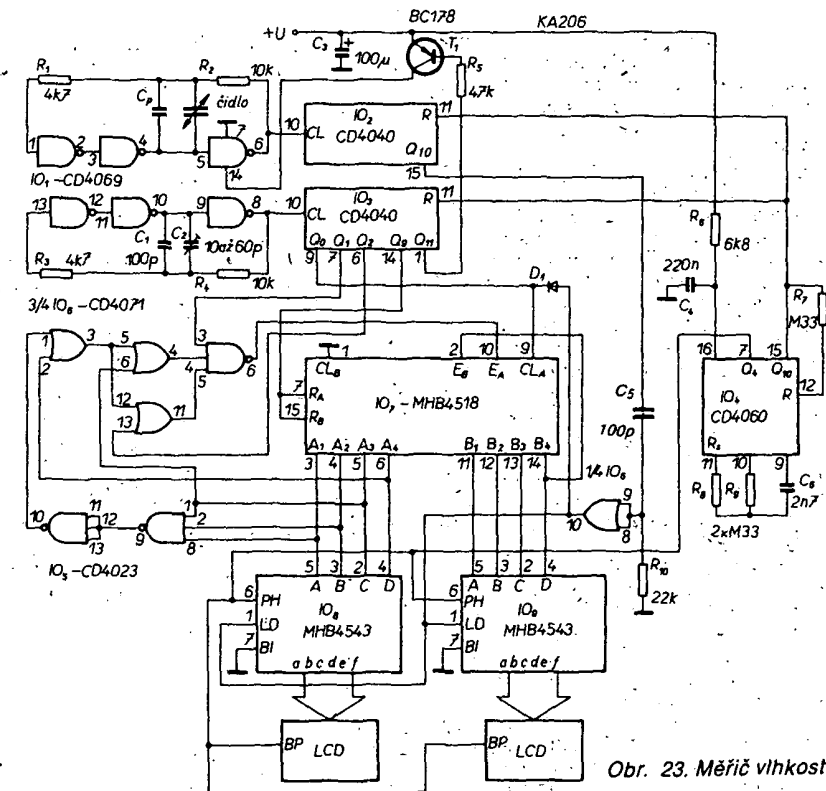
Aby se umožnilo číselkové vyhodnocení, je s čidlem a hradly vytvořen oscilátor RC, kmitající v závislosti na kapacitě snímáče v okolí 300 kHz. Druhý laditelný oscilátor je zhotoven z hradel téhož obvodu. Kmitá konstantním kmitočtem a slouží jako referenční. Každý oscilátor řídí binární čítač. Z obou signálů se pak vytváří rozdílový impuls, který slouží jako časový úsek, ve kterém se impulsy referenčního oscilátoru čítají ve dvojitěm čítači BCD. Na příklad při relativní vlhkosti 30 % načítá čítač 30 impulsů, toto číslo se pak přes dekoder objeví na displeji LCD.

Úplné zapojení měřiče vlhkosti je na obr. 23. Při stanovení koncepce byl položen zvláštní důraz na malou spotřebu. Proto byly použity obvody CMOS. Spotřeba je při 9 V 200 μ A, při 5 V asi 80 μ A. Měřič může proto pracovat s napájením z baterií (baterie 9 V nebo 4 tužkové baterie) a stavba síťového zdroje je zbytečná.

Oba oscilátory jsou postaveny z invertorů IO₁, CD4069, vždy tři invertory na jeden oscilátor. Lze použít také výkonové invertory MHB4049. V horním oscilátoru je zapojeno čidlo jako určující kapacita. Dolní referenční oscilátor má pevný kondenzátor C₁, 100 pF, paralelně s kapacitním trimrem C₂, 4 až 40 pF nebo 10 až 60 pF. Jako C₁ musí být použit kondenzátor s kladným TK asi +100 ppm/K, v krajním případě s TK blízkým nule. Předností tohoto zapojení je to, že stárnutí a teplotní změny obou oscilátorů neovlivňují výsledek měření.

Podle výrobce musí být ještě k čidlu připojena paralelně kapacita C_p, 36 pF. Část této kapacity je tvořena spoji, část tvoří vstupní kapacita obvodu CD4069 a přívody k čidlu, jestliže není umístěno přímo na desce s plošnými spoji. Zbytek, 10 až 20 pF, je jako pevný kondenzátor. Tento kondenzátor by měl mít stejné vlastnosti jako C₁.

Oba výstupy oscilátorů řídí po jednom binárním čítači IO₂, IO₃, CD4040. Jsou to



Obr. 23. Měřič vlhkosti

dvánástistupňové binární čítače. V nouzi by bylo možno nahradit dvěma do série zapojenými sedmistupňovými čítači MHB4024. V nich jsou impulsy upraveny (rozšířeny) pro další zpracování. Pro co nejmenší spotřebu jsou oba oscilátory spouštěny pomocí taktového oscilátoru jen jednou za sekundu po dobu 5 ms přes tranzistor T₁. To stačí k měření, protože vlhkost se mění většinou jen pomalu. Taktovací generátor tvoří obvod IO₄, CD4060, což je čtrnáctistupňový binární čítač s oscilátorem. Lze jej nahradit obvodem MHB4020 s příslušným oscilátorem z hradel obvodu např. MHB4011.

Protože charakteristika vlhkostního čidla není úplně lineární, musí být tyto odchylky vykompenzovány. Průběh charakteristiky z katalogu lze aproximovat třemi přímkami v měřicím rozsahu 10 až 95 % téměř ideálně. Stoupání přímk je v poměru 2:3:4.

Zapojení pro linearizaci s obvody IO₅, CD4023, a IO₆, CD4071, slouží k tomu, aby čítače BCD IO₇, MHB4518, čítaly do vlhkosti 40 % všechny impulsy, od 40 % do 70 % jen tři impulsy ze čtyř impulsů a nad 70 % dva impulsy ze čtyř impulsů. Tím jsou vytvořeny tři různé strmosti odpovídající katalogové křivce čidla. Obvod CD4023 je trojice třívstupových hradel NAND a obvod CD4071 je čtveřice dvou-vstupových hradel OR. Oba obvody lze samozřejmě nahradit ekvivalentní kombinací dostupných hradel.

Údaj z čítače BCD je převeden do kódu pro sedmissegmentové displeje obvody IO₈, IO₉, MHB4543.

Jako displej LCD lze použít některý z typů vyráběných k. p. TESLA Vrchlabí – DR401, DT401.

Není-li čidlo montováno přímo na desce, neměl by přívod k němu překročit délku 1 m. Vedení má být stočené, stínění není nutné.

Vlhkoměr se nastavuje kapacitním trimrem C₂ nejlépe na 50 % relativní vlhkosti. Můžeme jej nastavovat pomocí přesného vlhkoměru nebo v klimatizační komoře. Přídavné chyby může způsobit

znečištění čidla. Proto jestliže měříme v prašném prostředí, měl by být před čidlem zařazen vzduchový filtr. Přesnost měření je asi $\pm 0,5$ %, tedy méně, než 1 číslo.

Přístroj má minimální odběr, ale přesto je nutné baterie občas kontrolovat, protože oscilátory jsou napěťově závislé. Stabilizátor však přesto není vhodný, protože jeho odběr je mnohonásobně větší než odběr celého přístroje.

Funkschau 6/84

Měření teploty

Teplotu jako elektrickou veličinu měříme nejčastěji převodem na elektrické napětí, a to buď přímo, nebo přes elektrický odpor. Převodníky teplota/napětí musí být v potřebném rozsahu lineární, pouze u převodníků pro termostaty a regulátory není tento požadavek nutný. Měřicí převodníky teplota/napětí připojujeme nejčastěji k číselkovým voltmetrům. Mohou být provedeny jako přídavek k digitálnímu multimetru nebo spolu s panelovým měřidlem vytvořit jednocelové měřidlo teploty. Ručkové přístroje používáme pro menší požadovanou přesnost měření; v dnešní době však klesají ceny panelových číselkových voltmetrů tak, že se je vyplatí používat místo ručkových měřidel. Ručkové přístroje se však používají tam, kde teplota často kolísá, protože pak je analogový údaj vhodnější. V takovém případě lze použít i analogovou stupnici z diod LED.

Jedním ze způsobů měření teploty je měření pomocí termočlánků, které převádějí teplotu přímo na elektrické napětí. K převodu využívají termoelektrického jevu. Princip spočívá v tom, že jestliže mechanicky spojíme dva různé kovy, vznikne na nich rozdíl napětí, který je značně závislý na teplotě.

Výhodou termočlánků je malá teplotní setrvačnost, jejich závislost napětí na teplotě je v některých úsecích prakticky

lineární, lze s nimi měřit teploty v širokém rozmezí teplot a je také možné je zhotovit doma amatérsky (např. měď-konstantan, železo-konstantan). Nejlepší je svařit konce obou drátů např. kondenzátorovou svářečkou.

Nevýhodou termočláneků je nutnost při přesnějších měřeních použít referenční prostředí. To znamená, že při použití jednoho termočlánu kolísá údaj na svorkách měřidla podle okolní teploty (na svorkách vzniká také termoelektrické napětí). Proto se při průmyslových a laboratorních měřeních zapojují termočlásky dva do série tak, aby se jejich napětí odčítala. Jeden termočlánek je měřicí, druhý je referenční. To má za následek, že na svorky měřidla je přiveden vždy stejný kov, takže nevzniká nežádoucí svorkové napětí závislé na teplotě. Při měření v laboratořích se referenční termočlánek udržuje na teplotě 0 °C (termoska s ledovou tříští ve vodě), při průmyslových měřeních se ohřívá na 50 °C.

Obě tyto metody se však nedají u číslicových přenosných měřidel teploty použít. Proto se místo druhého referenčního termočlánu používá polovodičové snímaní čidla teploty, které kompenzuje teplotu okolí a tím vlastně napětí, vznikající na svorkách termočlánu.

Takové zapojení vidíme na obr. 24. Jedná se o lineární převodník teplota-napětí s rozsahem měřených teplot 0 až 700 °C. V rozsahu teplot 0 až 400 °C je chyba menší než ±0,5 °C. Termočlánek je zdrojem napětí, které odpovídá rozdílu teplot mezi měřicím bodem a referenčním bodem (okolní teplota). K vyhodnocení musí být tedy použity obě teploty. V našem případě jsou oba napěťové zdroje řazeny v sérii a přivedeny na zesilovač. Protože průběh napětí v takovém rozsahu teplot není lineární závislý na teplotě, musí být naměřený údaj korigován v lineárnízačním obvodu. Aby byly snáze zvládnutelné potíže s tolerancemi součástek, je signál korigován až po zesílení.

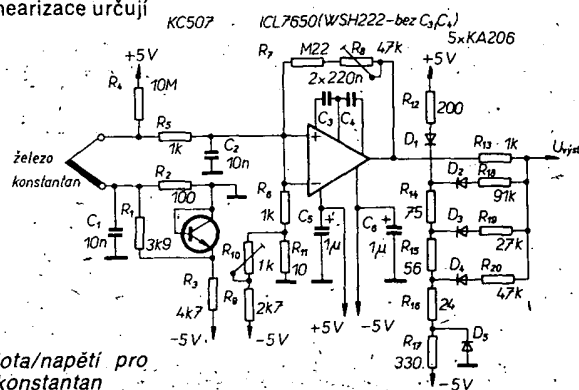
Popis zapojení

Jako termočlánek je použita kombinace železo-konstantan. Se zvyšující se teplotou se zmenšuje $\Delta U/\Delta t$ a nad 150 °C zůstává konstantní. Teplotní závislost přechodu B-E křemíkového tranzistoru je využita k získání svorkového napětí. R_1 a R_2 dělí průběh křivky napětí/teplota termočlánu v rozsahu 0 až 50 °C. Jako operační zesilovač je použit v původním zapojení ICL7650, jehož napěťový offset je jen 0,01 mV/K. Z našich OZ vyhovuje pouze WSH222, který má obdobné parametry. MAA725 má již offset 100x horší. Na invertující vstup jsou malá napětí offsetu i základní napětí křemíkového snímače kompenzována rezistorem R_{10} . Rezistor R_8 nastavuje výstupní napětí převodníku.

Charakteristika použitého termočlánu a požadovaná přesnost linearizace určují

Tab. 1. Napětí termočlánu Fe-Co (železo-konstantan). Referenční teplota 0 °C.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	[mV]									
0	0,00	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47
10	0,52	0,57	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84	0,89	0,94	1,00
20	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53
30	1,58	1,63	1,69	1,74	1,79	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06
40	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54	2,60
50	2,65	2,70	2,76	2,81	2,87	2,92	2,97	3,03	3,08	3,14
60	3,10	3,24	3,30	3,35	3,41	3,46	3,51	3,57	3,62	3,68
70	3,73	3,78	3,84	3,89	3,95	4,00	4,05	4,11	4,16	4,22
80	4,27	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77
90	4,82	4,87	4,93	4,98	5,04	5,09	5,15	5,20	5,26	5,32
100	5,37	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64	5,70	5,75	5,81	5,87
110	5,92	5,97	6,03	6,08	6,14	6,19	6,25	6,30	6,36	6,42
120	6,47	6,53	6,58	6,64	6,69	6,75	6,81	6,86	6,92	6,97
130	7,03	7,09	7,14	7,20	7,25	7,31	7,37	7,42	7,48	7,53
140	7,59	7,65	7,70	7,76	7,81	7,87	7,93	7,98	8,04	8,09
150	8,15	8,21	8,26	8,32	8,37	8,43	8,49	8,54	8,60	8,65
160	8,71	8,77	8,82	8,88	8,93	8,99	9,05	9,10	9,16	9,21
170	9,27	9,33	9,38	9,44	9,49	9,55	9,61	9,66	9,72	9,77
180	9,83	9,89	9,94	10,00	10,05	10,11	10,17	10,22	10,28	10,33
190	10,39	10,45	10,50	10,56	10,61	10,67	10,73	10,78	10,84	10,89
200	10,95	11,01	11,06	11,12	11,17	11,23	11,29	11,34	11,40	11,45
210	11,51	11,57	11,62	11,68	11,73	11,79	11,85	11,90	11,96	12,01
220	12,07	12,13	12,18	12,24	12,29	12,35	12,41	12,46	12,52	12,57
230	12,63	12,69	12,74	12,80	12,85	12,91	12,97	13,02	13,08	13,13
240	13,19	13,25	13,30	13,36	13,41	13,47	13,53	13,58	13,64	13,69
250	13,75	13,81	13,86	13,92	13,97	14,03	14,09	14,14	14,20	14,25
260	14,31	14,37	14,42	14,48	14,54	14,59	14,65	14,71	14,76	14,82
270	14,88	14,94	14,99	15,05	15,10	15,16	15,22	15,27	15,33	15,38
280	15,44	15,50	15,55	15,61	15,66	15,72	15,78	15,83	15,89	15,94
290	16,00	16,06	16,11	16,17	16,22	16,28	16,34	16,39	16,45	16,50
300	16,56	16,62	16,67	16,73	16,78	16,84	16,90	16,95	17,01	17,06
310	17,12	17,18	17,23	17,29	17,34	17,40	17,46	17,51	17,57	17,62
320	17,68	17,74	17,79	17,85	17,90	17,96	18,02	18,07	18,13	18,18
330	18,24	18,30	18,35	18,41	18,46	18,52	18,58	18,63	18,69	18,74
340	18,80	18,86	18,91	18,97	19,02	19,08	19,14	19,19	19,25	19,30
350	19,36	19,42	19,47	19,53	19,58	19,64	19,70	19,75	19,81	19,85
360	19,92	19,98	20,03	20,09	20,14	20,20	20,26	20,31	20,37	20,42
370	20,48	20,54	20,59	20,65	20,70	20,76	20,82	20,87	20,93	20,98
380	21,04	21,10	21,15	21,21	21,26	21,32	21,38	21,43	21,49	21,54
390	21,60	21,66	21,71	21,77	21,82	21,88	21,94	21,99	22,05	22,10
400	22,16	22,22	22,27	22,33	22,38	22,44	22,50	22,55	22,61	22,66
410	22,72	22,78	22,83	22,89	22,95	23,00	23,06	23,12	23,18	23,23
420	23,29	23,35	23,40	23,46	23,52	23,57	23,63	23,69	23,74	23,80
430	23,86	23,92	23,97	24,03	24,09	24,14	24,20	24,26	24,32	24,37
440	24,43	24,49	24,54	24,60	24,66	24,71	24,77	24,83	24,89	24,94
450	25,00	25,06	25,11	25,17	25,23	25,28	25,34	25,40	25,46	25,51
460	25,57	25,63	25,68	25,74	25,80	25,85	25,91	25,97	26,03	26,08
470	26,14	26,20	26,25	26,31	26,37	26,42	26,48	26,54	26,60	26,65
480	26,71	26,77	26,82	26,88	26,94	26,99	27,05	27,11	27,17	27,22
490	27,28	27,34	27,39	27,45	27,51	27,56	27,62	27,68	27,74	27,79
500	27,85	27,91	27,97	28,02	28,08	28,14	28,20	28,26	28,31	28,37
510	28,43	28,49	28,55	28,60	28,66	28,72	28,78	28,84	28,89	28,95
520	29,01	29,07	29,13	29,18	29,24	29,30	29,36	29,42	29,47	29,53
530	29,59	29,65	29,71	29,76	29,82	29,88	29,94	30,00	30,05	30,11
540	30,17	30,23	30,29	30,34	30,40	30,46	30,52	30,58	30,63	30,69
550	30,75	30,81	30,87	30,92	30,98	31,04	31,10	21,16	21,21	31,27
560	31,33	31,39	31,45	31,50	31,56	31,62	31,68	31,74	31,79	31,85
570	31,91	31,97	32,03	32,08	32,14	32,20	32,26	32,32	32,37	32,43
580	32,49	32,55	32,61	32,66	32,72	32,78	32,84	32,90	32,96	33,02
590	33,08	33,14	33,20	33,26	33,32	33,38	33,43	33,49	33,55	33,61
600	33,67	33,73	33,79	33,85	33,91	33,97	34,02	34,08	34,14	34,20
610	34,26	34,32	34,38	34,44	34,50	34,56	34,61	34,67	34,73	34,79

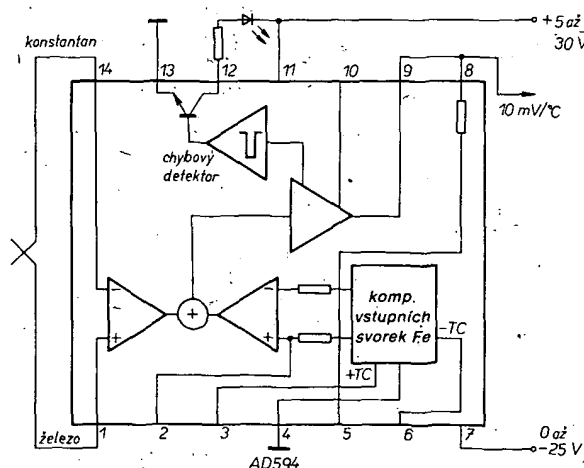


Obr. 24. Převodník teplota/napětí pro termočlánek železo-konstantan

mezi D_1 a D_5 tři napěťové úrovně odpovídají teplotám 25 °C, 75 °C, 150 °C. Diody D_2 , D_3 , D_4 jsou použity k rozdělení těchto úrovní; D_1 a D_5 slouží k teplotní kompenzaci. Jsou zapojeny tak, že proud děličem je nezávislý na teplotě. Poměry v děliči se tedy nemohou měnit. Přesnost tedy určuje nikoli absolutní vlastnosti, ale výhradně teplotní souběh diod D_1 až D_5 .

Přístroj se nastavuje termočláskem, jehož referenční konec je na 0 °C. Napětí měříme milivoltmetrem. Příslušné teploty najdeme v tab. 1.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	[mV]									
620	34,85	34,91	34,97	35,03	35,09	35,15	35,20	35,26	35,32	35,38
630	35,44	35,50	35,56	35,62	35,68	35,74	35,80	35,86	35,92	35,98
640	36,04	36,10	36,16	36,22	36,28	36,34	36,40	36,46	36,52	36,58
650	36,64	36,70	36,76	36,82	36,88	36,95	37,01	37,07	37,13	37,19
660	37,25	37,30	37,36	37,42	37,48	37,55	37,61	37,67	37,73	37,79
670	37,85	37,91	37,97	38,04	38,10	38,16	38,22	38,28	38,35	38,41
680	38,47	38,53	38,59	38,66	38,72	38,78	38,84	38,90	38,97	39,03
690	39,09	39,15	39,22	39,28	39,34	39,41	39,47	39,53	39,59	39,66
700	39,72	39,78	39,85	39,91	39,97	40,04	40,10	40,16	40,22	40,29
710	40,35	40,41	40,48	40,54	40,60	40,67	40,73	40,80	40,86	40,93
720	40,98	41,04	41,11	41,17	41,23	41,30	41,36	41,43	41,49	41,56
730	41,62	41,69	41,75	41,82	41,88	41,95	42,01	42,08	42,14	42,21
740	42,27	42,34	42,40	42,47	42,53	42,60	42,66	42,73	42,79	42,86
750	42,92	42,99	43,05	43,12	43,18	43,25	43,31	43,38	43,44	43,51
760	43,57	43,64	43,70	43,77	43,83	43,90	43,97	44,03	44,10	44,16
770	44,23	44,30	44,36	44,43	44,49	44,56	44,63	44,69	44,76	44,82
780	44,89	44,96	45,02	45,09	45,15	45,22	45,29	45,35	45,42	45,48
790	45,55	45,62	45,68	45,75	45,82	45,89	45,95	46,02	46,09	46,15
800	46,22	46,29	46,35	46,42	46,49	46,56	46,62	46,69	46,76	46,82
810	46,89	46,96	47,03	47,09	47,16	47,23	47,30	47,37	47,43	47,50
820	47,57	47,64	47,71	47,77	47,84	47,91	47,98	48,05	48,11	48,18
830	48,25	48,32	48,39	48,46	48,53	48,60	48,66	48,73	48,80	48,87
840	48,94	49,01	49,08	49,15	49,22	49,29	49,35	49,42	49,49	49,56
850	49,63	49,70	49,77	49,84	49,91	49,98	50,04	50,11	50,18	50,25
860	50,32	50,39	50,46	50,53	50,60	50,67	50,74	50,81	50,88	50,95
870	51,02	51,09	51,16	51,23	51,30	51,37	51,44	51,51	51,58	51,65
880	51,72	51,79	51,86	51,93	52,00	52,08	52,15	52,22	52,29	52,36
890	52,43	52,50	52,57	52,64	52,71	52,79	52,86	52,93	53,00	53,07
900	53,14									



Obr. 25. Měření teploty termočlánkem s obvodem AD594

Snem v oboru měření teploty termočlánkem jsou integrované obvody, na něž přímo připojíme termočlánek, a které si kompenzují svorkové napětí podle okolní teploty samy. Takovým obvodem je např. obvod firmy Analog Devices AD594. Je určen pro termočlánek železo-konstantan. Zapojení je na obr. 25. Rozsah měřících teplot je od -200 do 760 °C. Linearita v celém rozsahu je asi 5 %. V rozsahu od 20 do 200 °C je signál na výstupu obvodu 10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Do 20 °C je 9,65 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ a od 200 °C výše je 10,7 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Napájení je pro kladné teploty 5 až 30 V. Pokud chceme měřit záporné teploty, je třeba ještě připojit záporné napětí max. -25 V. Obvod má také indikaci přerušení termočlánku.

Odporové kovové snímače teploty

Tyto snímače využívají závislosti elektrického odporu na teplotě. Používají se snímače niklové nebo platinové. Platinové čidlo, které má odpor 100 Ω při 0 °C se používá v současnosti nejčastěji. V tab. 2 je závislost pro toto čidlo v rozsahu -200 až 600 °C. Závislost není přesně lineární,

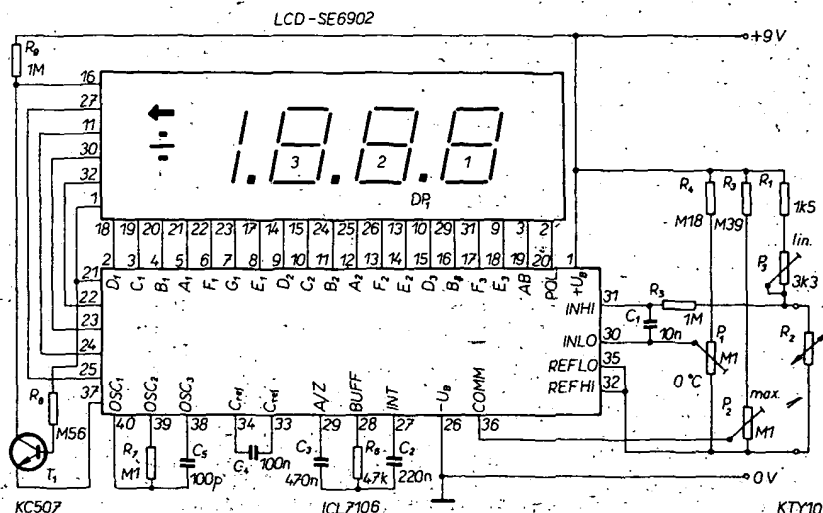
ale lze ji poměrně dobře linearizovat. Zapojení linearizovaného převodníku bylo několikrát uveřejněno (např. ST 7/1976, s. 243, AR/B 5/1980, s. 171). V těchto zapojeních však je používán operační zesilovač MAA502. Mnohem vhodnější je použít OZ MAA725, který má podstatně menší drift napětí.

Polovodičové odporové teploměry

Nejznámějším polovodičovým prvkem, termistorem, se zabývat nebudeme, protože již byl popsán mnohokrát.

Druhým snímacím čidlem je přechod p-n, neboli polovodičová dioda. Ta má výhodu, že při konstantním proudu diodou je závislost napětí na teplotě prakticky lineární. Jako diody se používají křemíkové diody (KA206), přechod B-E tranzistoru (KC509), nebo varikap. V poslední době však někteří světoví výrobci uvedli na trh křemíkové součástky, přímo určené pro měření teploty. Součástky, přestože obsahují přechody p-n, se navenek chovají jako odpor závislý na teplotě. To znamená, že u nich nezáleží na polaritě. Firma Siemens uvedla na trh snímače teploty KTY10 až KTY16. Liší se od sebe tolerancemi, setrvačností a rozsahem teplot. Většinou jsou určeny pro teploty -50 až 150 °C, toleranci mají ± 1 až ± 5 % a odpor při teplotě 25 °C je 2000 Ω . Cena těchto prvků je až 10 DM. Nejčastěji jsou v pouzdře plastického tranzistoru. Na obr. 26 je zapojení panelového voltmetru ICL7106 s tímto čidlem jako měřičem venkovní teploty. Jedná se o běžné zapojení obvodu jako voltmetru s rozsahem 200 mV. Tranzistor T_1 spíná desetinnou tečku. Trimrem P_3 jemně nastavujeme linearitu. Potenciometrem P_1 nastavujeme při ponoření čidla do ledové tříštiny ve vodě 0 °C a potenciometrem P_2 nastavujeme 100 °C podle bodu varu (podle tlaku vzduchu není bod varu vždy 100 °C – lépe je použít teploměr). Nastavování potenciometrů P_1 , P_2 , P_3 několikrát opakujeme, až všechny údaje linearitě souhlasí. Dosažená přesnost je $\pm 0,2$ °C.

Firma Philips uvedla na trh podobné křemíkové snímače teploty s označením KTY81/82/83. Odpor při teplotě 25 °C mají 1000 Ω . Podstatně se však liší typ KTY84. Tento typ je ve skleněném pouzdře (jako diody KZ260). Technologickými úpravami jeho struktury bylo dosaženo, že rozsah měřených teplot je od 0 do 300 °C, což je vzhledem k vlastnostem křemíku obdivuhodné.

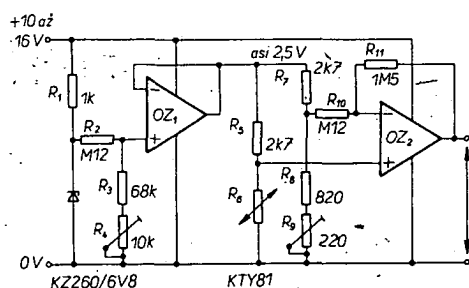


Obr. 26. Měřič venkovní teploty

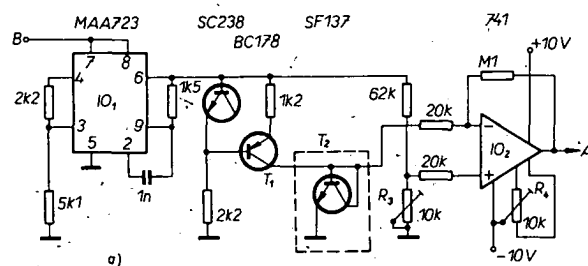
Tab. 2. Údaje pro platinový a odporový snímač teploty Pt 100

°C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100	Ω/°C
-200	18,53	16,43	12,35	10,41																		
-100	60,20	58,17	56,13	54,09	52,04	49,99	47,93	45,87	43,80	41,73	39,65	37,57	35,48	33,38	31,28	29,17	27,05	24,92	22,78	20,65	18,53	0,42
0	100,00	98,04	96,07	94,10	92,13	90,15	88,17	86,19	84,21	82,23	80,25	78,27	76,28	74,29	72,29	70,29	68,28	66,27	64,25	62,23	60,20	0,40

°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Ω/°C
0	100,00	101,95	103,90	105,85	107,79	109,73	111,67	113,61	115,54	117,47	119,40	121,32	123,24	125,16	127,07	128,98	130,89	132,80	134,70	136,60	138,50	0,38
100	138,50	140,39	142,28	144,18	146,06	147,94	149,82	151,70	153,57	155,45	157,32	159,18	161,04	162,90	164,76	166,62	168,47	170,32	172,16	174,00	175,84	0,37
200	175,84	177,68	179,51	181,34	183,17	185,00	186,82	188,64	190,46	192,27	194,08	195,89	197,70	199,50	201,30	203,09	204,88	206,68	208,46	210,25	212,03	0,36
300	212,03	213,81	215,58	217,36	219,13	220,90	222,66	224,42	226,18	227,94	229,69	231,44	233,19	234,93	236,67	238,41	240,15	241,88	243,61	245,34	247,06	0,35
400	247,06	248,78	250,50	252,21	253,93	255,64	257,34	259,05	260,75	262,45	264,14	265,83	267,52	269,21	270,89	272,57	274,25	275,92	277,60	279,27	280,93	0,34
500	280,93	282,60	284,26	285,91	287,57	289,22	290,87	292,51	294,16	295,80	297,43	299,07	300,70	302,33	303,95	305,58	307,20	308,81	310,43	312,04	313,65	0,33
600	313,65	315,25	316,86	318,46	320,05	321,65	323,24	324,83	326,41	327,99	329,57	331,15	332,72	334,29	335,86	337,43	338,99	340,55	342,10	343,66	345,21	0,32
700	345,21	346,76	348,30	349,84	351,38	352,92	354,45	355,98	357,51	359,03	360,55	362,07	363,59	365,10	366,61	368,12	369,62	371,12	372,62	374,12	375,61	0,30
800	375,61	377,10	378,59	380,07	381,55	383,03	384,50	385,98	387,45	388,91	390,38											0,29



Obr. 27. Převodník teplota-napětí pro rozsah 0 až 100 °C

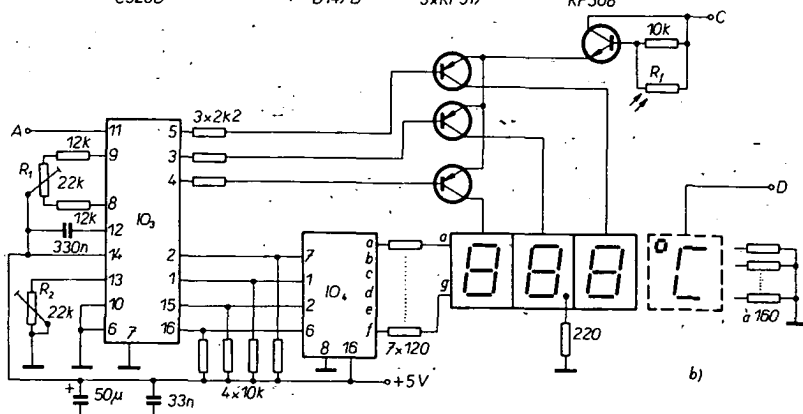


C520D

D147D

3xKF517

KF508



Obr. 28. Digitální teploměr s C520D (1); a) měnič teplota-napětí, b) převodník A/D s C520D, c) zdroj

Digitální teploměr s C520D (1)

S obvodem C520D můžeme sestavit digitální teploměr s rozlišovací schopností 0,1 K, můžeme s ním měřit nejen teplotu v místnosti nebo venkovní, ale i teplotu těla. Nevýhodou zapojení je, že k provozu potřebuje několik napětí, neobejde se tedy bez síťového zdroje.

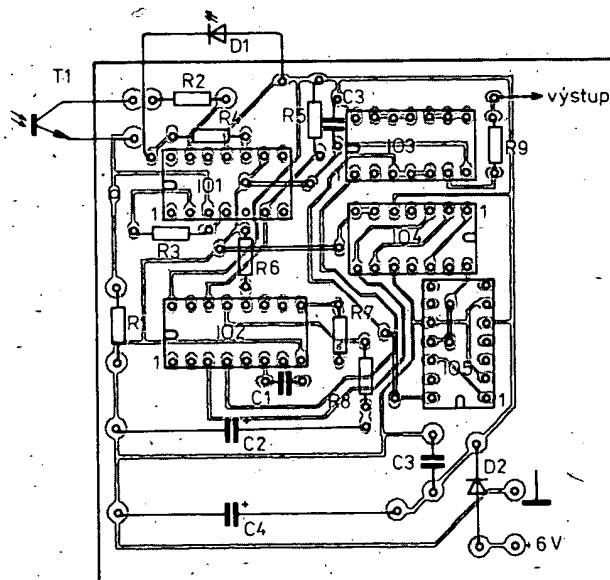
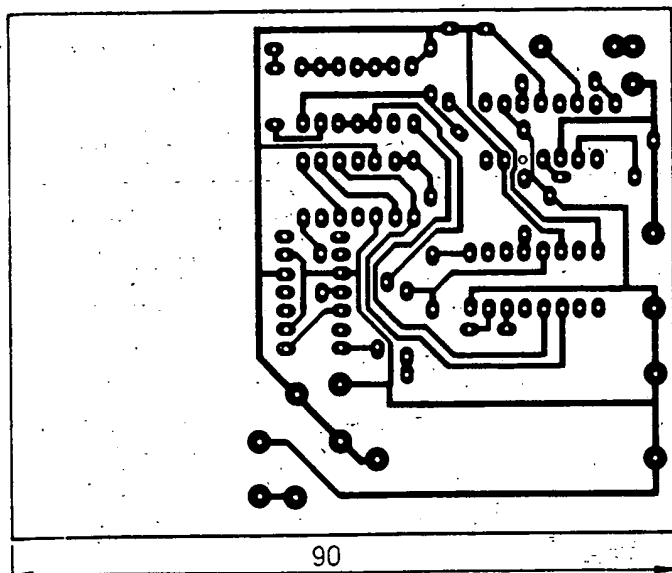
Na obr. 28a je vstupní část teploměru, měnič teplota-napětí. Jako snímač slouží přechod báze-emitor tranzistoru T_2 (v původním pramenu SF137), u něhož je - jako u většiny křemíkových tranzistorů - teplotná změna asi 2 mV/K. Chceme-li použít rozlišovací schopnost 0,1 K, pak tuto malou změnu musíme zvětšit na 10 mV/K, abychom na displeji mohli číst přímo teplotu ve stupních a v desetínách stupňů Celsia. Toho dosáhneme použitím operačního zesilovače IO_2 . Referenční napětí pro IO_2 získáme ze stabilizátoru napětí IO_1 . Snímačem je tedy T_2 , který umístíme do pouzdra fixu nebo staré kulčkové tužky a propojíme s přístrojem šňůrou s konektorem pro miniaturní slu-

chátka. Referenční napětí z děliče přivádíme na neinvertující vstup OZ. O toto napětí je „opřeno“ také napájení sondy, která je propojena s napájecím napětím přes generátor konstantního proudu a má odběr 100 μ A. Změny, vyvolané v sondě změnou teploty, přivádíme na invertující vstup OZ, který je zesiluje 5krát, tedy změna teploty o 1 °C na výstupu dává rozdílové napětí 10 mV.

Vyhodnocovací částí je číslicový voltmetr s C520D (obr. 28b) v celkem obvyk-

lém zapojení. Napětí z výstupu OZ přivádíme na vstup obvodu C520D a výsledek je indikován na třímístném displeji. Jas displeje je řízen automaticky podle intenzity okolního osvětlení, dopadajícího na fotorezistor. Podle potřeby a druhu použitého fotorezistoru je možné, že paralelní rezistor bude možné i vynechat. Displej můžeme použít libovolného typu, lépe řečeno takový, jaký se nám podaří sehnat. Desetinnou tečku za druhým číslem necháme stále svítit. Indikaci °C můžeme vyřešit buď svítivou diodou a zapojením segmentů na C, nebo prosvěcováním nápisu žárovkou.

Po sestavení přístroje nejprve kontrolujeme napájecí napětí. Potom překontrolujeme a upravíme offset IO_2 volbou rezistoru R_4 . Změnou R_3 zhruba nastavíme potřebné zesílení. Snímač s kalibračním teploměrem ponoříme do nádoby s taji-

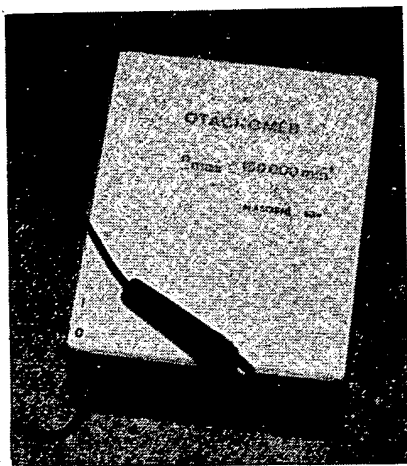


Obr. 30a. Deska s plošnými spoji otáčkoměru (deska U227)

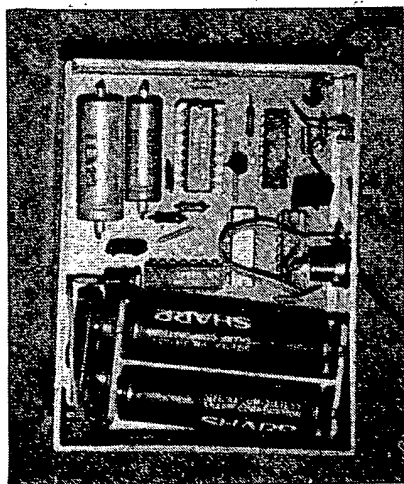
Protože přístroj nemá žádný nastavovací prvek, lze ho jednoduše vyzkoušet měřením kmitočtu sítě. Fototranzistor namíříme na svítící žárovku (na její okraj nebo pod ní na bílou podložku) a na displeji by se mělo objevit číslo 6000. Většinou však bude displej ukazovat údaj kolem 5940, protože síť nemá kmitočet 50, ale jen asi 49,5 Hz. Aby nedošlo k omylu: neměříme přímo 50 Hz, ale 100 Hz, protože žárovka zhasíná a rozsvěcuje se v jedné periodě dvakrát.

Všechny součástky jsou na jedné desce s plošnými spoji velikosti 60 x 70 mm (obr. 31, 32). Dioda D_2 slouží jednak k ochraně před přepólováním napájecího zdroje, jednak ke zmenšení napájecího napětí 6 V na 5 V pro napájení integrovaných obvodů. Celkový odběr proudu je asi

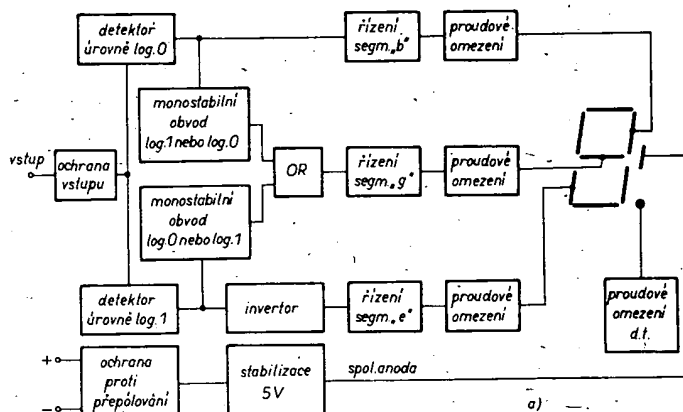
100 mA, pro krátkodobá měření proto postačí čtyři tužkové články. IO_2 doporučuji dát do objímky. Jak již bylo řečeno, přístroj nemá nastavovací prvky, jen v případě potřeby lze nastavit citlivost fototranzistoru změnou R_1 .



Obr. 31. Vnější vzhled otáčkoměru



Obr. 32. Vnitřní uspořádání otáčkoměru



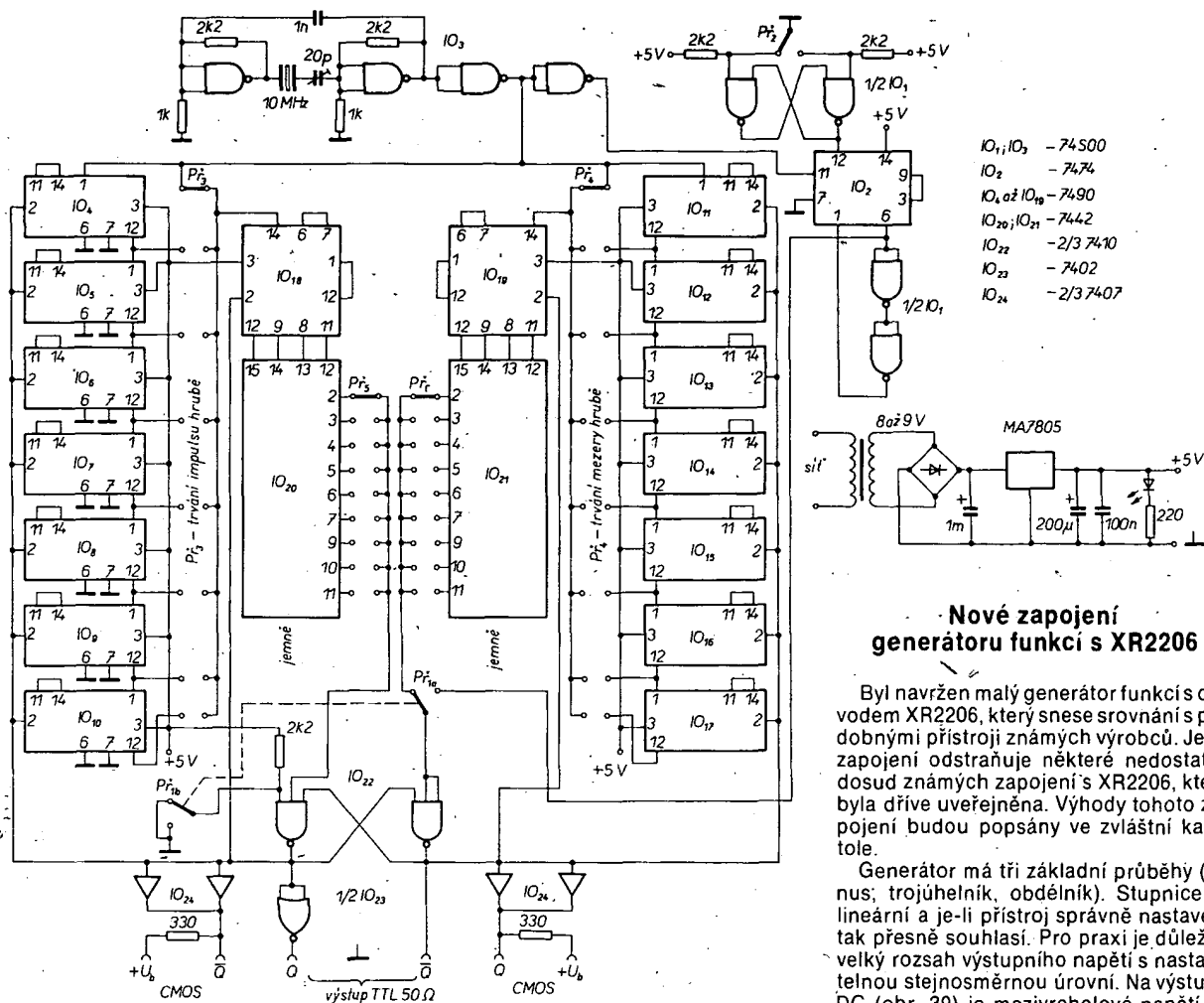
Vstup	Tvar	Indikace
log. 0	—	□□
log. 1	—	□□
sym. signál	□□□□□□□	□□
impulsy kladné	□□□□□□□	□□
impulsy záporné	□□□□□□□	□□
signál nesym. záporný	□□□□□□□	□□ částecny svit
signál nesym. kladný	□□□□□□□	□□

Obr. 33. Logická sonda s CMOS; blokové zapojení (a) a znaky na displeji (b)

Logická sonda s obvodem CMOS

V minulosti bylo zveřejněno mnoho různých zapojení logických sond jednoduchých i „inteligentních“ a tuto řadu chci rozmnožit sondou, sestavenou z obvodů CMOS. Má několik výhod: malou spotřebu, zdroj je zatěžován jen odběrem segmentů displeje, indikace umožní poznat sedm stavů zkoušeného obvodu, kromě log. 0 a log. 1 zhruba i tvar měřeného signálu, výhodou je i napájecí napětí, které se může pohybovat mezi 5 a 15 V, a použité součástky jsou dostupné.

Princip zapojení je na obr. 33a. Vstup je chráněn proti přetížení i proti přivedení signálu nesprávné polaritě. Vstupní signál postupuje na detektory stavů log. 0 a log. 1. Při zkoušení tvarových kmitů by však signál z detektorů nestačil rozsvěcovat segmenty, proto se používají dva monostabilní klopné obvody, spouštění klad-



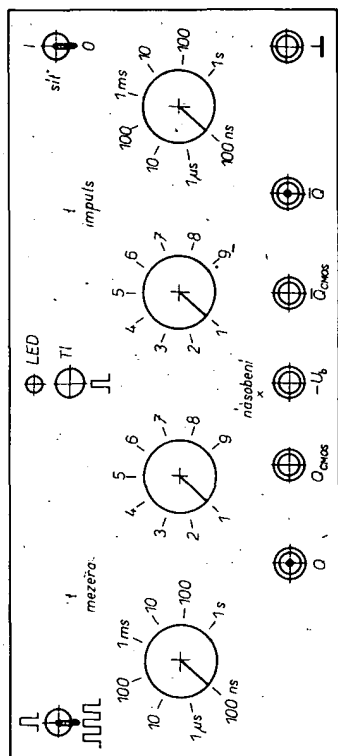
Obr. 36. Zapojení generátoru impulsů (IO₄ až IO₁₉ = 5 - +5 V, 10 - zem, ostatní 14 - +5 V - zem)

(Vývody 6 a 7 u IO₁₁ až IO₁₇ jsou spojeny se zemí)

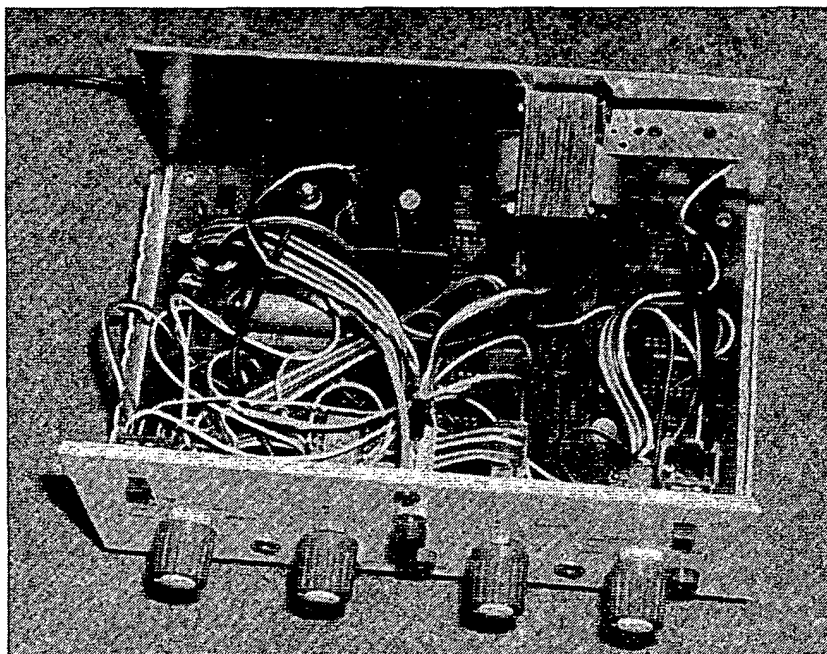
Nové zapojení generátoru funkcí s XR2206

Byl navržen malý generátor funkcí obvodem XR2206, který snese srovnání s podobnými přístroji známých výrobců. Jeho zapojení odstraňuje některé nedostatky dosud známých zapojení s XR2206, která byla dříve uveřejněna. Výhody tohoto zapojení budou popsány ve zvláštní kapitole.

Generátor má tři základní průběhy (sinus; trojúhelník, obdélník). Stupnice je lineární a je-li přístroj správně nastaven, tak přesně souhlasí. Pro praxi je důležitý velký rozsah výstupního napětí s nastavitelnou stejnosměrnou úrovní. Na výstupu DC (obr. 39) je mezivrcholové napětí až 10 V na impedanci 50 Ω. Stejnosměrná úroveň je nastavitelná v rozsahu ±5 V a dovoluje mnohostranně využít pravouhlé signály v úrovni TTL nebo CMOS. Na samostatném výstupu pro použití v ní technice je mezivrcholové napětí 0 až 1 V s výstupní impedancí 600 Ω.



Obr. 37. Možné uspořádání čelního panelu generátoru impulsů



Obr. 38. Vnitřní uspořádání generátoru impulsů

Aby byly průběhy výstupního signálu co nejpřesnější, je generátor upraven stejnosměrně vázaným zesilovačem s velkou šířkou přenášeného pásma. Tak jako u všech podobných generátorů není sinusový signál odvozený z trojúhelníkovitého nezkruslený, není proto vhodný pro měření u přístrojů hi-fi. Přesto s dosaženým zkruslením 0,5 % můžeme být spokojeni.

Dalším důležitým detailem zapojení je to, že stejnosměrné napětí 0,1 až 10 V na vstupu VCO řídí kmitočet lineárně v rozsahu 1:100, takže rozmitání není žádným problémem.

Popis zapojení

Napájení je symetrické, stabilizované, ± 15 V. Jsou použity dva stabilizátory MA7815 (obvody není třeba chladit). Protože samotný obvod XR2206 musí mít napájení max. 26 V, omezují dvě Zenerovy diody (D_1 a D_2) napětí na ± 8 V. Na toto napájecí napětí nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, neboť XR2206 má interní velmi stabilní zdroj referenčního napětí 3 V (vztaheno k zápornému napájecímu napětí), vyvedený na vývod 10, blokovaný kondenzátorem C_1 . Toto napětí slouží jako vztažné pro nastavení kmitočtu pomocí P_2 . OZ IO_2 je zapojen jako napěťový sledovač, aby byl vývod 10 co nejméně zatěžován. Na vývodu 7 je rovněž napětí 3 V. Kmitočet generátoru je lineárně úměrný proudu, který teče z vývodu 7. Tento proud (a tím i kmitočet) závisí na napětí na běžci P_2 . Je-li napětí velké (blízké 3 V), teče přes R_{10} jen malý proud, kmitočet je nejnižší $-f_{\min}$. Při nejmenším napětí na běžci P_2 (blízké 0 V) se nastaví nejvyšší kmitočet $-f_{\max}$. Trimry P_1 a P_3 lze nastavit nejnižší a nejvyšší kmitočet podle stupnice.

Vývodem 9 (FSK) lze u XR2206 přepnout nastavení kmitočtu z vývodu 7 na vývod 8. Tato možnost je využita pro externí nastavení kmitočtu. Po přepnutí P_{2b} je kmitočet určován proudem z vývodu 8 a vývod 7 je odpojen. Proud vývodu 8 je odvislý od napětí na R_9 , které je určeno přes OZ IO_3 vnějším řídicím rozpětím na vstupu VCO-IN.

IO_3 invertuje řídicí napětí, takže jeho zvětšení má za následek zvýšení kmitočtu (u napětí na P_2 je tomu obráceně). Mimoto slouží IO_3 k přizpůsobení vnějšího napětí na požadovaný rozsah kmitočtové změny, proto je také spojeno referenční napětí na vývodu 10 s neinvertujícím vstupem IO_3 přes dělič R_6/R_7 .

Kdo nepožaduje vstup VCO, vynechá jednoduše IO_3 , R_5 až R_9 a místo P_{2b} dá spojku v poloze INT.

Kmitočtový rozsah je definován kondenzátory C_{17} až C_{21} , přepínanými P_{1f} . Pro první rozsah 1 až 11 Hz jsou použity dva tantalové elektrolytické kondenzátory 22 μ F zapojené bipolárně. Pokud máme však možnost použít svitkový kondenzátor 10 μ F, je to výhodnější.

Přepínač P_{1f} přepíná tvar výstupního signálu. V poloze „a“ produkuje obvod sinusový signál. P_{1f} přepíná elektronicky (MOSFET KF521) trimr P_4 (nastavení tvaru) na vývody 13 a 14. P_{1f} zablokovává napětím -8 V tranzistor T_2 , aby se zabránilo „přeslechům“ pravouhlého signálu do sinusového. P_{1f} konečně přepíná signál z emitorového sledovače T_3 na koncový stupeň.

Dalším nastavovacím prvkem pro tvar křivky je symetrický potenciometr P_7 . Rozkmit se nastavuje P_6 , P_5 určuje stejnosměrnou úroveň na vývodu 2 IO_1 . Vstup

V poloze „b“ P_{1f} se zapíná trojúhelníkový signál. P_{1f} přeruší nyní přes T_1 tvorbu sinusového signálu. P_{1f} zablokovává dále pravouhlý signál a P_{1f} přivádí trojúhelníkový signál na koncový zesilovač přes dělič R_{23}/R_{24} . Dělič je zařazen k vyrovnání špičkové úrovně signálu, která je u „trojúhelníku“ v XR2206 větší než u „sinusu“.

V poloze „c“ je zapojen pravouhlý signál. P_{1f} uvolní T_2 a P_{1f} přivede tento signál na koncový zesilovač. Trvale je ale pravouhlý signál přiveden na výstupu TTL. Na úroveň TTL je upraven tranzistorem T_4 .

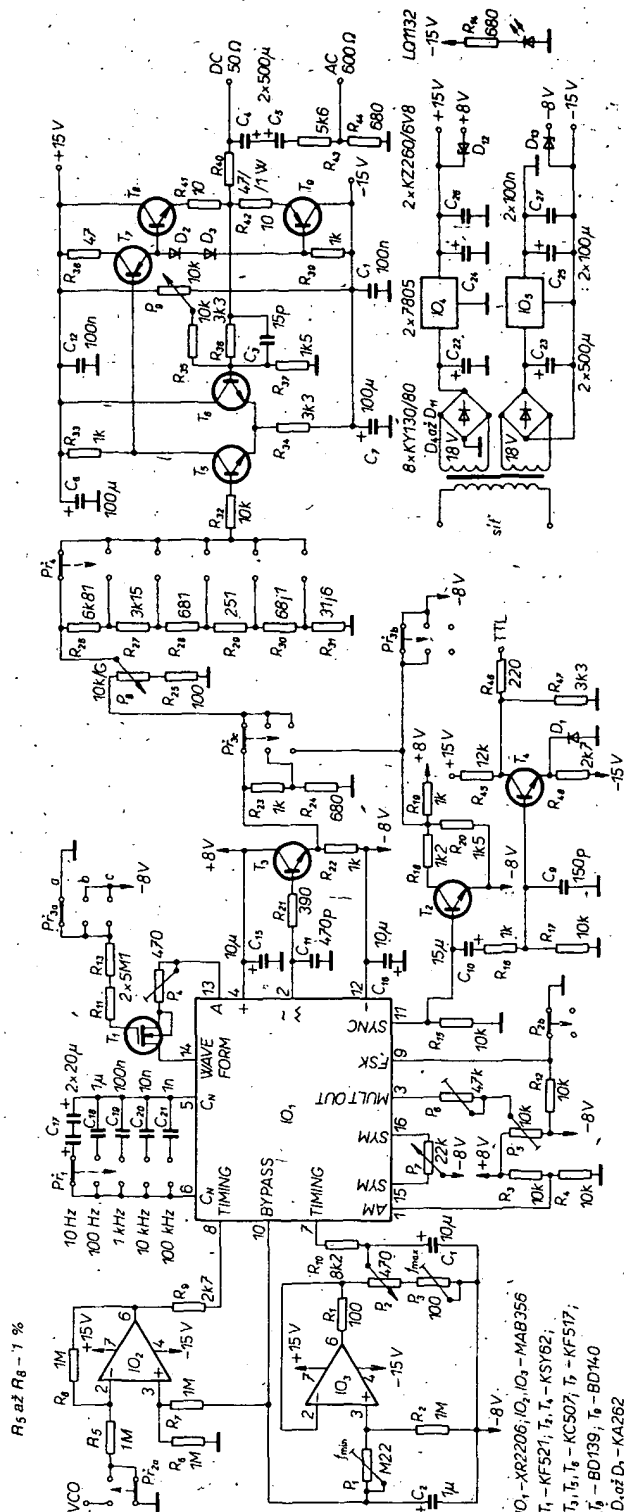
Dalším nastavovacím prvkem pro tvar křivky je symetrický potenciometr P_7 . Rozkmit se nastavuje P_6 , P_5 určuje stejnosměrnou úroveň na vývodu 2 IO_1 . Vstup

AM (vývod 1) je pevně nastaven pomocí R_3 , R_4 .

Na vstupu výkonového zesilovače je zapojen regulátor úrovně P_8 a dělič R_{26} až R_{31} . Přepínačem P_{1f} přepínáme úroveň po 10 dB.

Výstupní zesilovač je tradiční bez integrovaných obvodů. T_5 a T_6 tvoří diferenční zesilovač na vstupu. Zpětná vazba přes R_{36} , R_{37} určuje zesílení (3). C_3 zlepšuje stabilitu celého zesilovače. Budič T_7 a koncové tranzistory T_8 a T_9 jsou zapojeny zcela konvenčně. D_1 a D_2 udržují malý klidový proud koncového stupně.

Rezistor R_{40} určuje výstupní impedanci na výstupu DC a omezuje proud při zkratování výstupu, takže koncové tranzistory nemusí mít chladič. Potenciometrem P_9 lze posouvat stejnosměrnou úroveň na



Obr. 39. Generátor funkcí s XR2206

Perioda signálu pilovitého průběhu je proměnná mezi 100 μ s až 10 s. Tím je i pro nízké kmitočty „pila“ dostatečně „dlouhá“. Pilovitý signál může být ještě před vstupem do VCO generátoru ještě upraven. Za prvé můžeme počáteční a koncový kmitočet rozmitání nastavit dvěma potenciometry. Potenciometrem P_4 volíme počátek, tím se mění nulová poloha pilovitého napětí. Potenciometrem P_3 se nastavuje horní hranice kmitočtu. To odpovídá maximálnímu napětí VCO, popř. kmitočtu. Čítačem můžeme kmitočty „start“ i „stop“ nastavit snadno. Mimoto signalizuje LED D_3 chybné nastavení (indikuje překročení hranice $U_{VCO} = 10$ V). Je-li Pf_1 v poloze a, je Pf_3 zkratován a pilovité napětí je odpojeno. Dále nastavíme potenciometrem R_4 ss napětí, které jako U_{VCO} odpovídá určitému kmitočtu nf generátoru. V tomto případě nejnižšímu, startovacímu. Čítačem pak můžeme na výstupu generátoru funkci přesně změřit kmitočet. Pf_1 je nyní v poloze b a potenciometrem P_3 můžeme nastavit horní kmitočet.

Dále je u rozmitače možnost měnit průběh kmitočtové osy z lineárního na logaritmický, což je běžné u zobrazování kmitočtových charakteristik. Průběhy se přepínají přepínačem Pf_2 . K tomu je nutné dodat, že nastavení horní a dolní hranice kmitočtu platí jen pro lineární nebo logaritmický průběh. Proto nejdříve zvolíme druh provozu a potom teprve nastavujeme kmitočty.

Zbývá ještě popsat činnost P_6 . Tím se nastavuje značkovací kmitočet. Při lineárním průběhu můžeme celkem snadno přečíst na kmitočtové ose kmitočet. Při

logaritmickém průběhu to není tak jednoduché. Proto je důležité zavést dělení kmitočtu. Potenciometrem P_6 nastavíme ss napětí, které je porovnáváno s napětím VCO. Jsou-li obě shodná, vznikne impuls, který zadrží na krátkou dobu běh pilovitého napětí. Tím vznikne na obrazovce výrazný světlý svislý pruh. Je-li Pf_1 v poloze d, můžeme čítačem změřit značkovací kmitočet. Značkovací je samozřejmě v provozu i v lineárním režimu. Z popisu funkce vyplývá, že v polohách a, b, d přepínače Pf_1 přístroj nerozmítá.

Zapojení

Generátor signálu pilovitého průběhu se skládá z operačních zesilovačů A_1 , A_2 , A_4 , tranzistoru T_2 a časovače IO_1 . A_1 a T_2 tvoří napětím řízený zdroj proudu, který nabíjí kondenzátor C_2 podle polohy P_{2b} proudem 0,45 až 45 μ A. IO_1 , časovač, je zapojen tak, že kondenzátor je při 5 V na vývodech 6 a 2 (10 V na C_2) opět vybit. Je-li kondenzátor vybit tak, že na vývodech 6 a 2 je 0 V (5 V na C_2), pak počíná nové nabíjení. Jako časovač je použit obvod CMOS ICM7555. Lze však použít i běžný časovač BE555. Pilovité napětí je vedeno přes budič (operační zesilovač A_2) na potenciometr P_3 pro nastavení koncového kmitočtu. A_3 slučuje signály z P_3 a P_4 a vyrovnává úroveň tak, aby VCO byl plně vybuděn. Trimrem P_5 se nastavuje minimální napětí VCO, asi 100 mV, pro lineární rozmitání. Přes přepínač Pf_{1b} jde signál pilovitého průběhu na vstup VCO nf generátoru. V poloze d přepínače Pf_1 je na VCO přivedeno stejnosměrné napětí, nastave-

né potenciometrem P_6 – značkovací kmitočet. A_5 porovnává tato napětí s řídicím pilovitým napětím a při jejich rovnosti přejde výstup A_5 na asi -15 V. Záporná hrana tohoto impulsu po vytváření obvodem C_1 , R_3 , potenciometr P_{2a} uvede do vodivého stavu FET T_1 a tím je „běh“ pilovitého napětí pozdržen tak dlouho, dokud impuls trvá. Aby byla délka značkovacího impulsu úměrná nabíjecí době kondenzátoru C_2 , je v obvodu zařazen potenciometr P_{2a} .

Kontrolní dioda LED D_3 svítí tehdy, zjistí-li komparátor A_{10} , že je napětí VCO příliš velké. Všeobecně bude tato úroveň menší než 10 V a lze ji nastavit trimrem P_7 . Je-li této úrovně dosaženo, překlopí se A_{10} a přes „prodlužovač impulsů“ A_{11} je sepnuta dioda LED D_3 .

Protože osciloskop pracuje v režimu X-Y, je zpětný běh paprsku poněkud vidět (s výjimkou roztaženého sinusového signálu). Kdo má k dispozici osciloskop se vstupem Z (zpětný běh), může tento nedostatek snadno odstranit. Je jen třeba příslušně propojit výstup 3 časovače IO_1 a osciloskop, popř. lze tento signál invertovat nebo se musí upravit jeho úroveň.

Převodník lineárního průběhu na logaritmický má standardní zapojení, které najdeme v každé učebnici. Zapojení A_6 , A_7 je sice teplotně kompenzováno T_3 , T_4 , ale pro naše účely to nestačí. T_3 a T_4 musí být udržovány na konstantní teplotě. Zapojení se skládá z A_8 , T_5 , T_6 , T_7 . Tranzistory T_3 až T_7 jsou ve společném pouzdru. Tak lze teplotu tranzistorů T_3 a T_4 snadno kontrolovat a regulovat. T_5 pracuje jako teplotní čidlo (2 mV/°C). Rozdíl napětí E-B (asi 0,6 V) a napětí na R_{20} je zesílen v A_8 . Takto získané napětí řídí proudové zdroje s T_6 a T_7 . Je-li U_{B-E} větší než U_{R20} , teče proud přes T_6 a T_7 a ohřívá čip s tranzistory. Dosáhne-li teplota čipu velikosti nastavené P_9 , zmenší se i řídicí proud pro T_6 a T_7 . Tak se nastaví rovnovážný stav, který propouští přes T_6 a T_7 právě takový proud, aby čip měl správnou teplotu. Tepelná vazba je realizována uvnitř pouzdra, takže nepotřebujeme žádný zvláštní termostát.

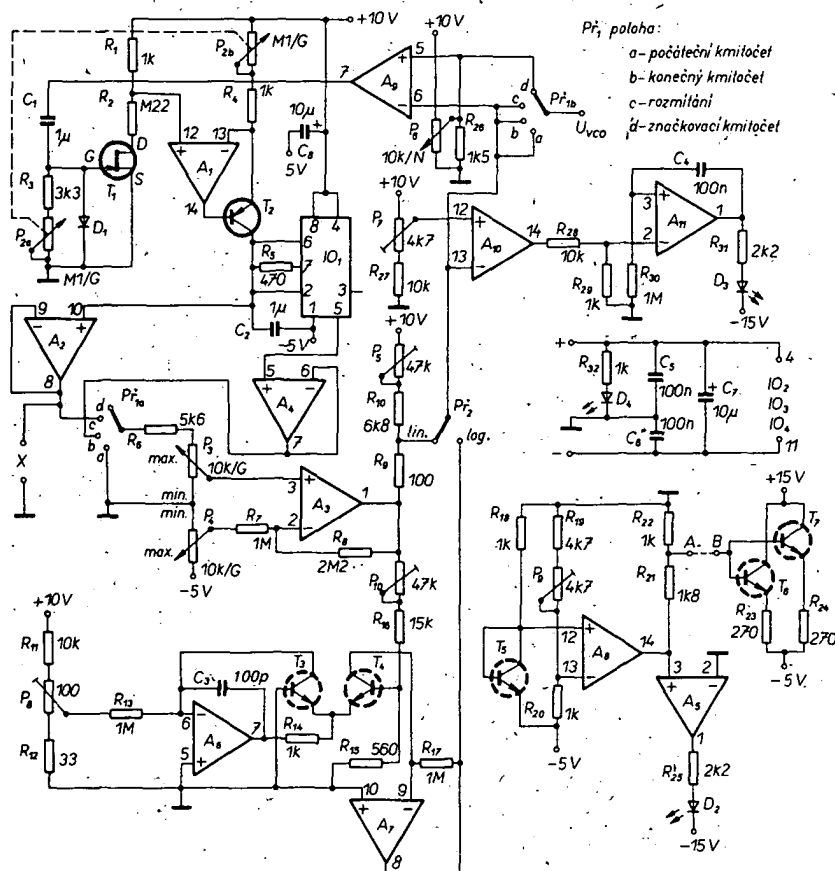
Má-li tento obvod správnou teplotu, zhasne dioda LED D_2 . Napětí na výstupu A_8 je -5 V až 0 V. Pět tranzistorů v jednom čipu vyrábí několik firem např. pod označením CA3086, CA3046, TBA331 atd.

Jako operační zesilovače jsou použity čtyřnásobné „fetové“ OZ TL084, které se vyrábějí také v NDR pod označením B084.

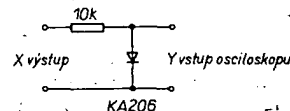
Nastavení

Rozmitač spojíme s generátorem. Nejprve nastavíme termostát. Číslicovým voltmetrem změříme napětí mezi vývody 12 a 13 A_8 (IO_3). Toto napětí se trimrem P_9 nastaví na 60 mV (vývod 12 je „kladný“). Pak přístroj vypneme a mezi body A-B připojíme drátovou propojku. Zapneme-li nyní opět přístroj, pak musí po krátké době dioda LED D_2 zhasnout. Potom vytočíme potenciometr P_2 zcela vlevo. Na výstup X připojíme osciloskop (pozor – zde ještě propojit se vstupem Y podle obr. 45) a zkontrolujeme napětí pilovitého průběhu. Osciloskop je nastaven na ss provoz a 50 mV/dílek.

Na generátoru nastavíme rozsah 1 kHz. Na výstup TTL připojíme čítač, Pf_1 nastave-



Obr. 44. Schéma zapojení rozmitače (A_1 až A_4 – IO_2 , TL084, A_5 až A_8 – IO_3 , TL084, A_9 až A_{11} – 3/4 IO_4 , TL084, T_3 až T_7 – IO_5 , CA3046, T_1 – BF256, T_2 – BC177, D_2 až D_4 – LQ1132)



Obr. 45. Zapojení pro oživování

víme do polohy a a R_{F2} do polohy „lineární rozmitání“, P₄ vytočíme zcela doleva. Trimr P₅ nastavíme nejprve doleva a potom otáčíme tak dlouho zpět, až čítač ukáže kmitočet 1 kHz.

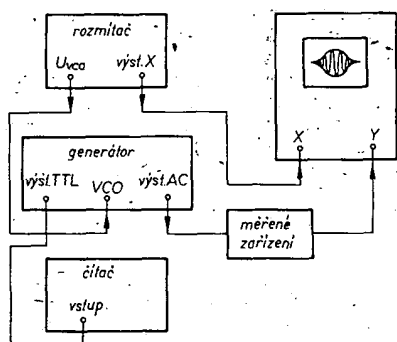
Pak přepneme P_{F2} do polohy „logaritmické rozmitání“, P₄ nastavíme zcela doleva. Rozmitač vypneme, P₅ nastavíme doleva (ve směru k R_{F1}). Nyní přístroj opět zapneme a P₅ otáčíme pomalu zpět, až čítač ukáže 1 kHz.

Potom nastavíme P_{F1} do polohy b, P₄ je na minimu a P₃ na maximu. Řídicí napětí U_{VCO} se nyní nastaví trimrem P₁₀ na ±11 V.

Poslední nastavení spočívá v tom, že P₃ nastavíme na minimum, P_{F2} na lineární rozmitání, P_{F1} do polohy b. Otáčíme trimrem P₃ tak, až se na čítači objeví 102 kHz. Pak nastavíme P₇ tak, aby dioda LED D₃ právě zhasla. Zvýšíme-li kmitočet, musí se dioda D₃ opět rozsvítit. Tím je nastavování skončeno.

Zdroj není blíže popsán. Je potřeba stabilizovaný zdroj se čtyřmi napětími, +15 V, +10 V, -5 V, -15 V; +10 V a -5 V vytvoříme z ±15 V např. obvody MAA723. Napětí ±15 V můžeme přivést z generátoru nebo postavíme zdroj ze stabilizátoru MA7815. V původní verzi byly použity nedostupné zahraniční stabilizátory.

Na obr. 46 je typické uspořádání měřícího pracoviště. Chceme-li rozmitat převáž-



Obr. 46. Uspořádání měřícího pracoviště

ně logaritmicky, můžeme P₃ nahradit lineárním typem, čímž se usnadní nastavování kmitočtu. Přepínač rozsahů generátoru nesmí být nastaven na 10 kHz, je-li připojen rozmitač. Kmitočtový rozsah je totiž max. 100 kHz, zatímco VCO by v tomto případě nastavovalo až 1 MHz.

Elektr 11/85

Navijedka s regulací a digitálním počítadlem

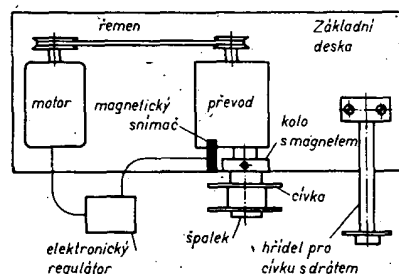
Kdo staví často různá zařízení, obvykle potřebuje navinout menší transformátor nebo cívku. Transformátor „na míru“ většinou nedostane a cívku jakbysmet, tedy nezbyvá nic jiného, než vlastnoruční výroba. Transformátor můžeme sice vinout ručně, počítat však několik tisíc závitů není právě nejlepší zábava. Proto jsem si před několika lety sestavil jakýsi navijecí kombajn, na který jsem měl několik požadavků:

1. možnost navíjet drátem o Ø 0,05 mm asi do 0,5 mm (závisí na hnacím motoru a převodech);
2. možnost plynule regulovat rychlost navíjení;
3. jednoduché mechanické díly;
4. nepoužít mechanický počítací závitů;
5. regulovat rychlost a tah nožním pedálem, aby obě ruce byly volné.

Nejprve je třeba sehnat pohonnou jednotku. Nejvhodnější je univerzální motor (který se dá regulovat) asi 100 W. Je možné použít i elektrickou vrtačku, pro kterou bude třeba udělat vhodné uchycení (obr. 47). V tomto případě nepotřebuje-

Obr. 47. Navijedka cívek s digitálním počítadlem závitů (viz 4. strana obálky)

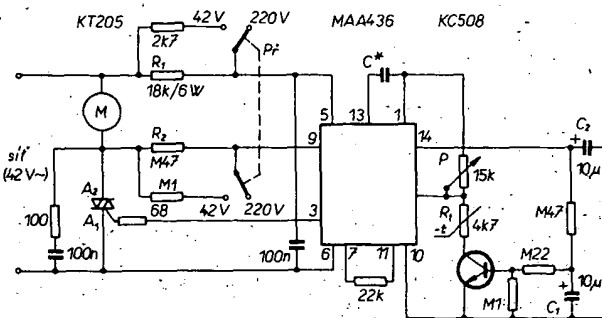
me zvláštní motor, vrtačka i nadále může sloužit i svému původnímu účelu. V zařízení jsem použil starou elektrickou vrtačku 42 V/100 W, která byla již jako vrtačka téměř nepoužitelná: měla „vyběhaná“ ložiska, ale v navijedce ještě slouží k plné spokojenosti. Dalším mechanickým dílem je převodová „skříň“, sloužící i pro uchycení navijené cívky. Je vhodný převod do rychla (2 až 5krát). Potom od motoru může být ozubenými koly, řemenem nebo řetězem, záleží na tom, co lze sehnat. K upevnění navijené cívky postačí dřevěné špalíky různých velikostí podle nejčastěji používaných cívek transformátorů (M nebo EI), které přesně v ose provrtáme a šroubem upevníme na hřídel navijedky. Na stejný hřídel upevníme i kolečko z plastu nebo dřeva, na jehož obvod přilepíme (zahlobeně) malý feritový magnet. Nejlépe se hodí váleček o Ø asi 5 mm. Tímto magnetem budeme snímat otáčky – tedy počítat závitů. Na podložku, na níž je celé zařízení upevněno, pevně přišroubojeme dostatečně tlustý hřídel se šroubem na konci pro cívku s drátem, jímž vineme transformátor. Budeme-li používat větší cívky s tenkým drátem, pak bude třeba hřídel opatřit jemnými kuličkovými ložisky, aby se těžká cívka snadno otáčela, jinak se drát bude trhat. Sestava by principiálně měla vypadat podle obr. 48. Tolik o mechanice navijedky, kterou každý zájemce si musí přizpůsobit svým možnostem.



Obr. 48. Základní uspořádání navijedky

Elektronická část se skládá ze dvou dílů:

1. regulátor rychlosti otáčení motoru (pomalý rozběh);
2. počítadla otáček (závitů) s magnetickým bezkontaktním snímačem.



Obr. 49. Regulační obvod pro napájení navijedky

Regulace rychlosti otáčení motoru a pomalý rozběh

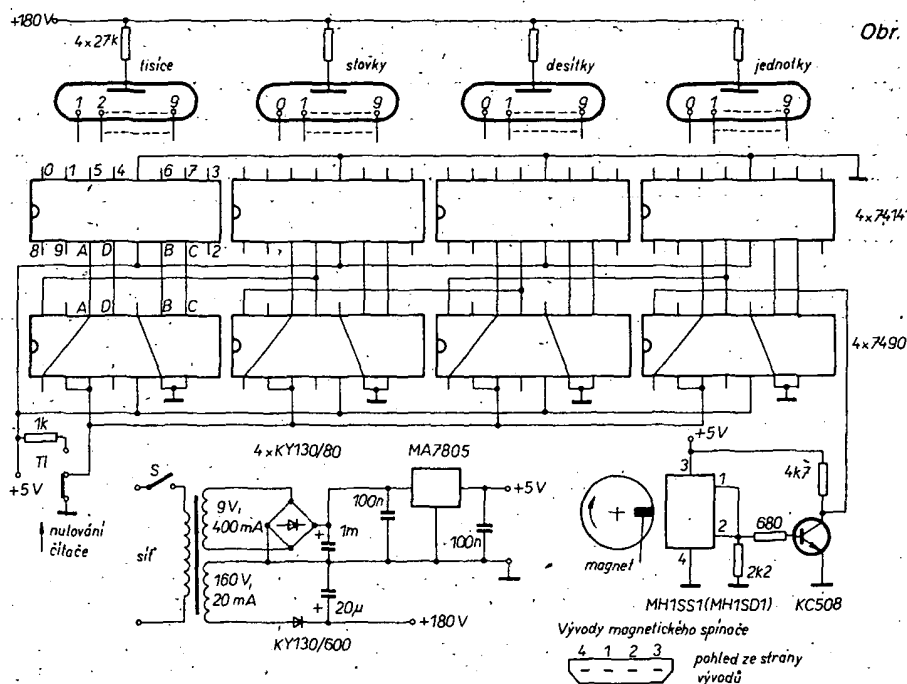
Zapojení je na obr. 49. V uvedeném zapojení můžeme použít univerzální motor 42 V nebo 220 V – přepínač dáme jen do odpovídající polohy. Rychlost motoru je regulována triakem, jeho otevírání a zavírání řídí integrovaný obvod MAA436 pro fázové řízení tyristorů a triaků s pomocným obvodem. Řídicím prvkem je potenciometr, zapojený jako proměnný odpor, zvětšováním odporu zvětšujeme rychlost otáčení motoru. Použitý motor začíná pracovat při odporu P asi 2000 Ω. Potenciometr upravíme tak, že ho budeme ovládat nožním pedálem, pomalým stlačováním pedálu se motor velmi pomalu začíná otáčet, rychlost otáčení se postupně zvětšuje, při navíjení se proto nepřetržitě ani velmi tenký drát. Pomalý rozběh trvá několik sekund, pak již řídíme tah i rychlost podle potřeby. Termistor může být libovolný, místo něj lze použít i rezistor stejného odporu. Velmi důležitý je výběr kondenzátoru C. Jmenovitá kapacita kondenzátoru je 47 nF, zmenšíme-li ji na 33 nF, motor se nezastaví, zvětšíme-li ji na 68 nF, velmi zpomalíme rozběh motoru. Při zapnutí jsou kondenzátory C₁ a C₂ bez náboje, tranzistor je uzavřen, řídicí elektroda triaku je bez napětí. Motor stojí. Pomalým nabíjením kondenzátorů se otevírá tranzistor (podle polohy běže potenciometru P), triak se pomalu otevírá a napětí na motoru se pomalu zvětšuje a motor se pomalu a plynule rozbíhá. Zastavení motoru při uvolnění pedálu je okamžité.

Navíjený drát vedeme ručně, mechanické vedení by vyžadovalo velmi přesnou a náročnou mechanickou práci; podle mnohaletých zkušeností je ruční vedení zcela vyhovující.

Počítadlo s magnetickým snímačem

V zásadě by bylo možno počítat navinuté závitů i mechanickým počítadlem (kupř. z vyřazeného elektroměru apod.), to však není moderní řešení a má i různé „mouchy“. Vzhledem k tomu, že se ve výprodeji objevují levné digitrony, použil jsem čítač z nich ve spojení s bezkontaktním snímačem otáčení hřídele jako počítadlo počtu závitů. Jedinou nevýhodou tohoto způsobu je, že při případném odvíjení závitů „neumí“ počítadlo závitů odpočítávat. Zapojení je na obr. 50.

Jak již bylo řečeno, na hřídeli navijedky je upevněno kolečko s magnetem. Při každém otočení hřídele, tedy při každém závitě magnet přeběhne v těsné blízkosti magnetického spínače MH1SS1 (Hallův generátor ve spojení s klopným obvodem). Působením magnetického pole se na výstupu klopného obvodu objeví log. 1



Obr. 50. Počítadlo s magnetickým snímačem a zdroj pro navíječku

a připojený čítač dostane jeden impuls, který čítá. Tedy každé otočení hřídele (každý navinutý závit) je počítán čítačem. Čtyřmístný čítač umí počítat do 9999, potom začíná znovu. První místo – tisíce – je potlačeno, pokud není indikováno ale spoň číslo 1, nula na tomto místě není tedy indikována.

Magnetický snímač MH1SS1 (MH1SD1) je třeba stabilně upevnit tak, aby jeho aktivní plocha byla těsně nad rotujícím magnetem ve vzdálenosti asi 0,5 mm, a aby otřesy nemohly měnit jeho polohu. Jeho vývody vedeme do krabice čítače, která je umístěna někde poblíž.

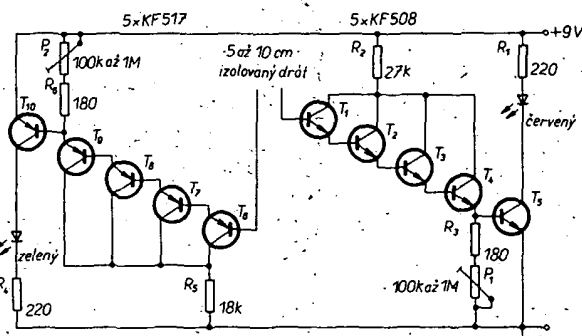
Čítač je obvyklého provedení, impulsy ze snímače, které jsou na úrovni TTL, zpracovávají desítkové čítače 7490 a přenášejí do dekodérů 74141, které budí digitrony. Tlačítko T1 (isostat) slouží k nulování čítače při zapnutí a podle potřeby. Zdroj je jednoduchý, k napájení logiky dává stabilizované napětí 5 V a k napájení digitronů po jednoduchém usměrnění a vyhlazení asi 180 V.

Elektroskop s tranzistory

Dříve narození ještě pamatují z fyzikálních kabinetů láhev, na jejím hrdle kovovou kouli a uvnitř dva staniolové pásy. Když se profesor koule dotkl ebonitovou tyčí, kterou předtím několikrát přetřel liščíím ocasem, staniolové pásy se od sebe oddálily: indikovaly přítomnost statického elektrického náboje. To byl elektroskop.

Bez liščíího ocasu (který prodejny radiotechnického materiálu vedle jiných potřebnějších součástek nemají na skladě) můžeme indikovat elektrostatické pole podle obr. 51. V podstatě se jedná o dva oddělené tranzistorové stupně s mimořádně velkým zesílením. Jedna strana reaguje na záporné, druhá na kladné pole statické elektřiny. Velkého zesílení dosahujeme čtyřstupňovým Darlingtonovým zapojením tranzistorů, získáme nejen velké zesílení, ale i velkou vstupní impedanci.

Obr. 51. Elektroskop s tranzistory



Předpokládáme, že proudové zesílení tranzistorů je 200 a impedance emitoru T_4 200 Ω . Na bázi T_4 bude vstupní impedance $200^2 = 40 \text{ k}\Omega$, na bázi T_3 $200^3 = 8 \text{ M}\Omega$ a tak dále, na bázi T_1 to bude 320 G Ω . Proudové zesílení od báze T_1 do emitoru T_4 bude 200^4 – proto na vstupu, tj. na bázi T_1 postačí proud 10 pA (pikoampér), aby se tranzistory otevřely. Více tranzistorů do větve už nemůžeme zapojit, protože proud křemíkových tranzistorů je již řádově stejný.

Statický náboj malé „antény“ v bázi T_1 , popř. T_6 postačuje, aby se tranzistory T_1 až T_8 , popř. T_6 až T_9 otevřely. Je-li statické pole stále, diody LED budou svítit stálým světlem, je-li pole slabé nebo mění-li se, LED budou blikat. Přístroj může např. v letních měsících indikovat blížící se bouři již na značně velkou vzdálenost.

K napájení postačí devítivoltová destičková baterie, deska s plošnými spoji musí být z kvalitního materiálu, nikoli z cuprexcartu. Přístroj má být vestavěn do kovové krabice. „Antény“ v délce asi 10 až 15 cm jsou z měděného drátu s polyetylenovou izolací.

EL O 12/1977

Indikátory, spínače, časovací zařízení

Časový spínač 1 s až 100 minut

Časový spínač od 1 sekundy do 100 minut má široké možnosti využití. Může být užitečným pomocníkem v temné ko-

moře, v kuchyni při vaření, při různých pracích s lepidly, při chemických pokusech, při nahrávání atd.

Pro jednoduchost a menší náklady nepoužijeme krystalový oscilátor; přesnost 1 %, které můžeme dosáhnout i bez krystalu, pro uvedené účely postačuje.

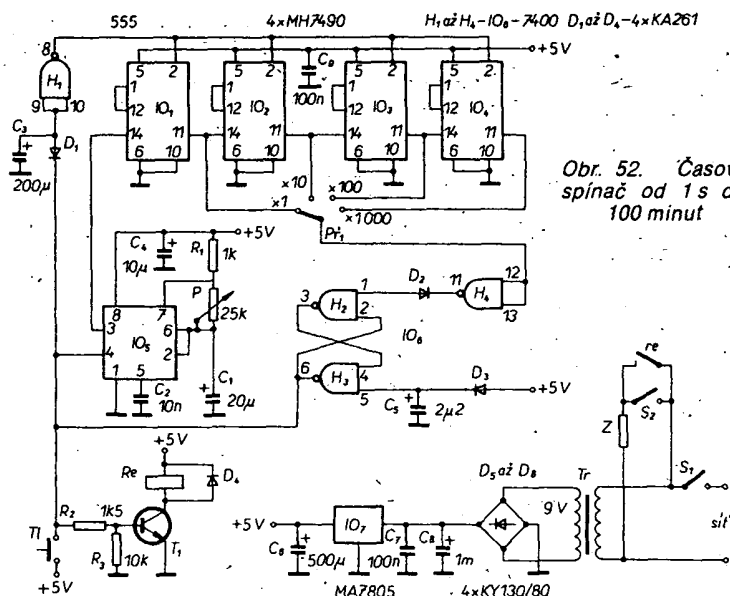
Zapojení spínače je na obr. 52. K napájení potřebujeme stabilizovaný zdroj napájení obvodů TTL. Jako síťový transformátor vyhoví typ pro odběr proudu 300 až 400 mA při napájení asi 8 až 9 V. Usměrněným a stabilizovaným napětím pak napájíme celé zařízení.

Místo krystalového oscilátoru použijeme časovač 555, který je schopen s R_1 a kondenzátorem C_1 generovat časové intervaly asi od deseti do šedesáti sekund. Zmáčknutím tlačítka T1 sepneme relé a zároveň se začíná čítat čas – čítače jsou otevřeny. IO, dělí kmitočet oscilátoru a po načítání devíti impulsů přes hradla H_2 až H_4 se na tranzistor T_1 dostane záporný impuls, který jej uzavře a kotva relé odpadne. Potenciometrem P nastavíme čas jemně, přepínačem P1 pak tento čas násobíme podle požadavku. Změnou P a C_1 můžeme doby spínání nastavit v širokých mezích. Spínačem S_2 můžeme zátěž Z spínat nezávisle.

Revista Espanola, leden 1984

Digitální signální hodiny s dvojím nastavitelným časem

V současné době je stavba digitálních hodin z jednotlivých integrovaných obvodů anachronismem, protože existují de-



Obr. 52. Časový spínač od 1 s do 100 minut

sítky druhů speciálních integrovaných hodinových obvodů pro tento účel, k nimž se připojí jen napájecí napětí, ovládací prvky a displej, příp. oscilátor (u nás není kmitočet sítě většinou přesně 50 Hz).

Protože však u nás nejsou integrované hodinové obvody běžně dostupné, zájemci, pokud chtějí mít digitální hodiny, jsou je nuceni stavět z řady integrovaných obvodů. Když však už chceme postavit digitální hodiny tohoto druhu, pak je můžeme vybavit dvěma, nebo i několika ovládacími prvky pro buzení, popř. signalizaci. To znamená, že na hodinách bude několik přepínačů, každý z nich bude možné nastavit na jiný čas a při každém nastaveném času hodiny dávají signál nebo sepnou relé – podle našich potřeb. Protože hodiny indikují 24 hodin, intervaly mezi signály je možné nastavit od dvou minut do 23 hodin 58 minut. Trvání signálu je jedna minuta.

Hodiny se skládají z krystalem řízeného oscilátoru, z dělicího řetězce, nastavovacího obvodu, z dekodérů s indikací, z nastavovacích obvodů signalizace, z vybavovacího obvodu a ze zdroje.

Na obr. 53a je oscilátor s děličem a nastavovacím obvodem. Oscilátor je velmi jednoduchý, skládá se jen z jednoho hradla obvodu 4011, které společně s rozkmitá krystal 32,768 kHz. Krystal pochází z nepracujících digitálních náramkových hodin, které se dají obvykle sehnat. Kondenzátory C_1 a C_2 slouží k přes-

nému nastavení kmitočtu, obvykle postačí měnit C_2 . Kdyby se hodiny opožďovaly i po nastavení, je třeba zmenšit kapacitu kondenzátoru C_1 (nebo obráceně). Tlačítkem STOP při nastavování zastavíme oscilátor. Pokud zbývající tři hradla z IO_1 nepoužijeme, spojíme jejich vstupy a uzemníme je.

Signál z oscilátoru vedeme na čtrnáctibitový dvojkový čítač IO_2 (MHB4020), na jeho výstupu dostaneme kmitočet 2 Hz. Protože k řízení potřebujeme kmitočet 1 Hz, použijeme polovinu klopného obvodu MHB4013, na jehož výstupu bude signál 1 Hz (1 s). Toto hradlo můžeme nahradit obvodem TTL 7474 (viz obr. 53a). Signál 1 Hz přes tranzistor T_1 přivedeme na dvě svítivé diody zapojené v sérii, které umístíme mezi číslicemi hodin a minut; LED budou blikat a indikovat tak činnost oscilátoru, tj. hodin.

Sekundový signál vedeme na dva čítače 7490, na výstupu IO_5 dostaneme minutové intervaly, které již budou řídit chod hodin. Pomocí IO_6 a IO_7 můžeme hodiny nastavovat. Zmáčkne-li přepínač Pf_2 (může být i sostat bez aretace nebo mikrospínač), budou přemostěny děliče IO_4 a IO_5 a sekundové impulsy projdou hradly a „minuty budou skákat po sekundách“. To je pomalé nastavování. Stiskneme-li současně Pf_1 a Pf_2 , přivedeme signál 64 Hz, hodiny běží rychle. Po nastavení žádaného času hodiny zastavíme tlačítkem STOP, počkáme na signál z rozhlasu

nebo TV, a vybavením tlačítka uvedeme hodiny do chodu na sekundu přesně.

Z IO_7 postupuje minutový signál na další dělicí řetěz složený z IO_8 až IO_{11} , řídicí dekodéry IO_{20} až IO_{23} , přes které jsou indikovány minuty, desítky minut, hodiny a desítky hodin (obr. 54). Indikace je čtyřicetihodinová, po 23.59 se hodiny vynulují.

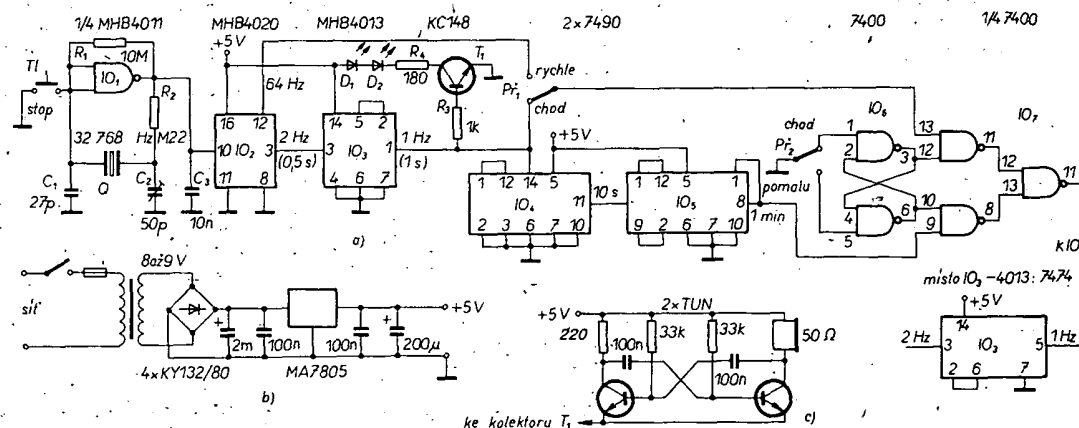
Signalizace je řešena převodníky z kódu BCD na kód 1 z deseti: IO_{12} až IO_{19} . Ke každému čítači, IO_8 až IO_{11} , jsou na výstupy BCD připojeny dva dekodéry 7442, aby bylo možné nastavit dva, na sobě nezávislé časy. Na výstupech IO_{12} až IO_{19} dostaneme v číselném vyjádření kód BCD, který je přes dekodéry IO_{20} až IO_{23} přiváděn na displeje (také v číselné formě). Z těchto údajů snímáme stav hodin přepínači Pf_{A1} až Pf_{A4} , popř. Pf_{B1} až Pf_{B4} . Na každém segmentu přepínače musí být log. 1 nebo log. 0, tyto logické úrovně přes invertory přivádíme na vstupy hradla IO_{25} . Bude-li přepínač nastaven na určité číslo (tj. určitý čas v minutách a hodinách) a budou-li hodiny ukazovat stejný čas, na všech vstupech hradla IO_{25} budou úrovně log. 1, na jeho výstupu bude log. 0, přes invertor a diodu D_3 (D_4) se otevře tranzistor T_2 a napájí generátor signálu (nebo relé). Tento stav trvá jednu minutu, protože se mění na hodinách minuta, na vstupech hradla již nesouhlasí logické stavy, výstup hradla se překlopí, tranzistor T_2 se uzavře.

Pro nastavení signalizace budou nejjednodušší tzv. palcové přepínače (otočný číslicový spínač TS 212). Potřebujeme dva po čtyřech segmentech (dva časy – čtyři čísla). U prvního segmentu postačí zapojit jen 0 až 2, u třetího 0 až 5, u ostatních všechny od 0 do 9 – ostatní čísla se na hodinách nepoužívají. Přepínač A se čtyřmi segmenty je pro nastavení prvního „signálního“ času, přepínač B pro nastavení druhého.

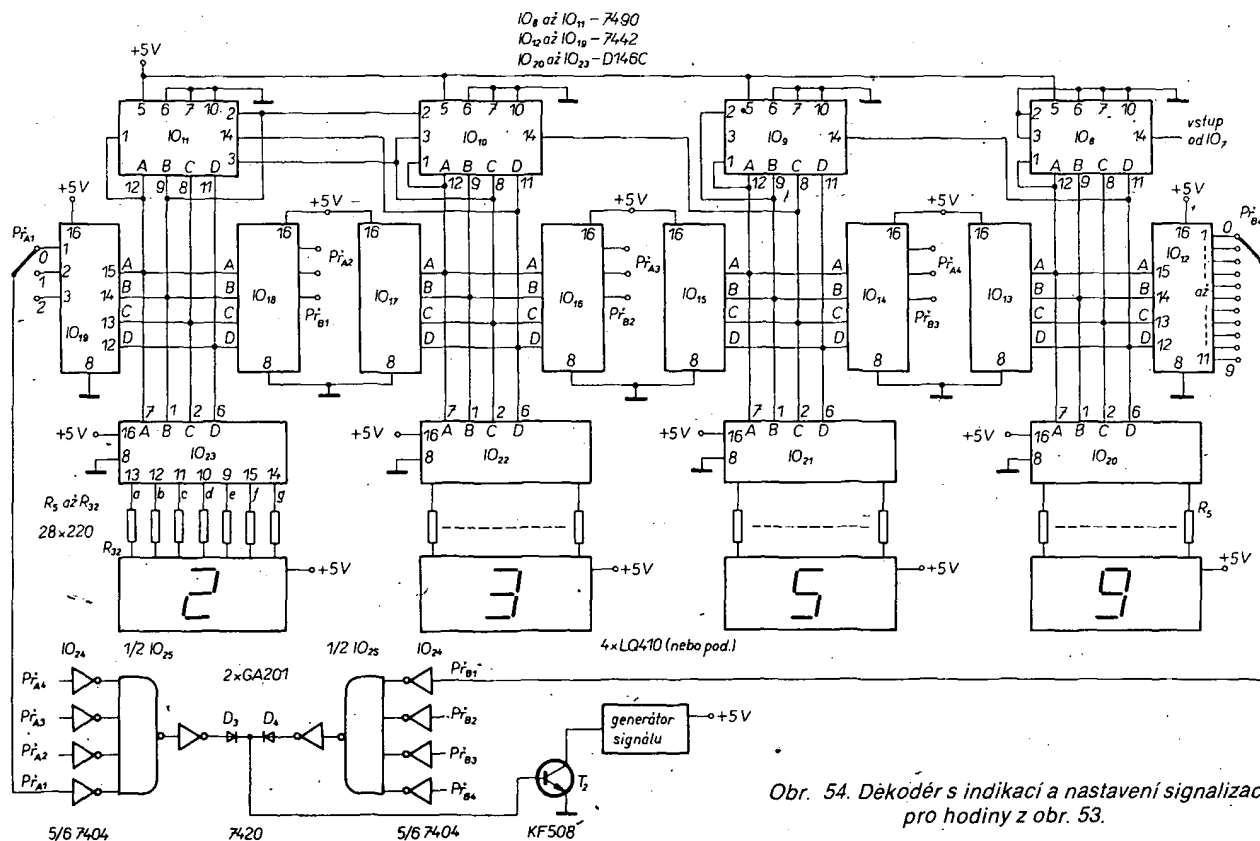
Generátor signálu je jednoduchý oscilátor podle obr. 53c, můžeme použít i jiný druh, příp. se zesilovačem. Místo generátoru lze použít i relé, které může spínat různé obvody: zpoždování, prodlužování signálu, vybavovače apod. podle potřeby.

Zdroj (obr. 53b) je jednoduchý, k napájení všech integrovaných obvodů potřebujeme stabilizované napětí 5 V, spotřeba je kolem 1 A. Použijeme transformátor asi na 10 VA, stabilizátor umístíme na chladič. Nezapomeneme umístit v napájecích větvích keramické kondenzátory 50 až 100 nF.

Signál během jeho trvání můžeme vypnout přetočením kteréhokoli segmentu na jiné číslo. Natrvalo jej lze vypnout tak,



Obr. 53. Digitální signální hodiny s dvojnásobným nastavitelným časem; a) oscilátor, dělič a ovládání, b) zdroj, c) generátor signálu



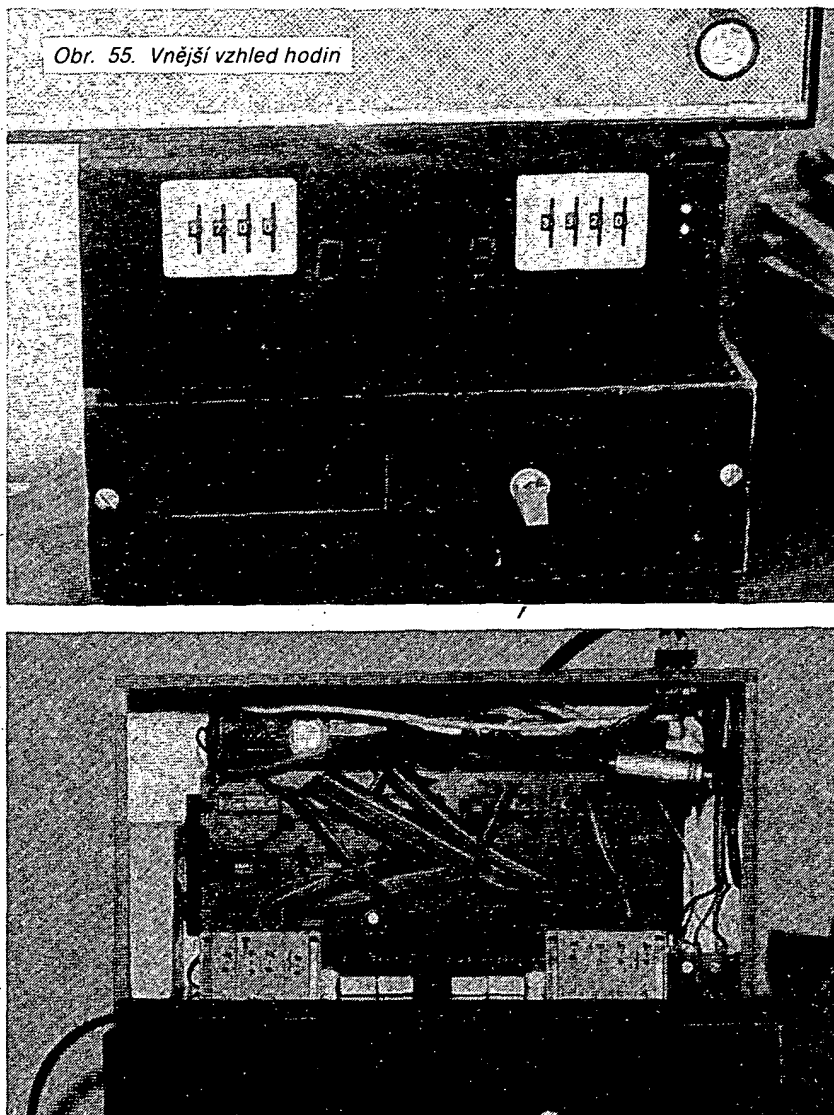
že segment 1 nebo 3 natočíme na nepoužitě číslo (segment 1 kupř. na 3; 30 hodin není), signál bude stále vypnutý. Realizované hodiny jsou na obr. 55 a 56.

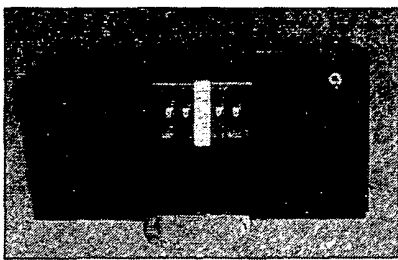
Signální hodiny

Signálních hodin již bylo popsáno v technické literatuře mnoho, popisované však mají několik nezanedbatelných výhod. Mají nastavitelný rozsah od 1 minuty do 100 hodin, takže je lze používat pro děje neopakující se po 24 hodinách. Jsou řízeny krystalem, proto jsou velmi přesné. Hlavní výhodou je však to, že jsou postaveny z obvodů CMOS. Z toho vyplývá, že spotřeba je pouze 2 až 3 mA a lze proto použít bateriové napájení (obr. 57, 58).

Na obr. 59 je blokové zapojení hodin. Generátor normálního kmitočtu je řízen miniaturním krystalem 32 768 Hz z běžných náramkových hodinek. Můžeme jej získat jednak z vadných hodinek (krystal není prakticky nikdy vadný), nebo ze starých digitálních hodinek s diodami LED, které se prodávaly i v „bazarech“. Signál z generátoru dělíme třemi děličkami na 60 sekund a přivedeme jej do přednastavitelných čítačů. Na palcovém přepínači se přednastaví požadovaná doba a po přivedení spouštěcího impulsu začnou čítače od této doby odečítat. Až se všechny čítače vynulují, vyhodnocovací obvod spustí zvukové znamení, které trvá 1 minutu. Samozřejmě místo něj lze zapojit bistabilní klopný obvod, který spíná relé.

Obr. 56. Vnitřní uspořádání hodin

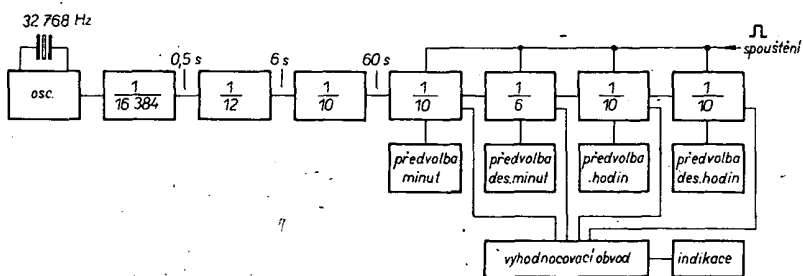




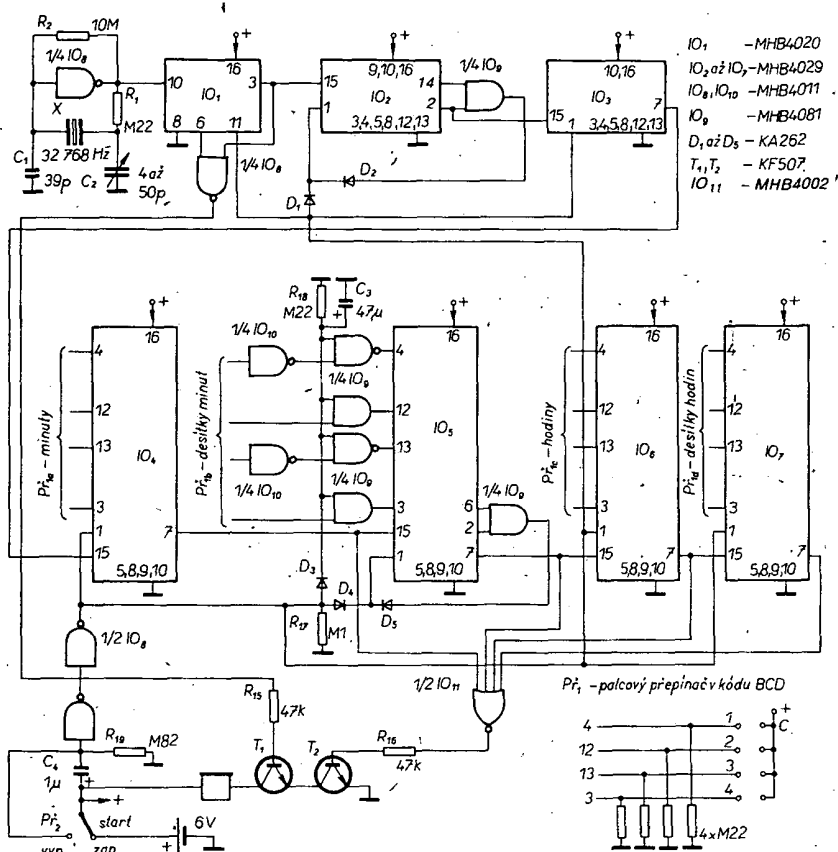
Obr. 57. Vnější vzhled signálních hodin

Konkrétní zapojení je na obr. 60. Jako generátor je použito běžné zapojení krystalového oscilátoru s jedním hradlem NAND (1/4 MHB4011). Kondenzátorem C_2 nastavujeme přesný kmitočet 32 768 Hz. Dělič se skládá ze tří obvodů, IO_1 až IO_3 . IO_1 dělí v poměru $1:2^{14}$, čtrnáctistupňový binární čítač MHB4020. Z něj vychází signál o periodě 0,5 s do druhého děliče, který dělí dvanácti. Je tvořen 4bitovým binárním čítačem s přednastavením, IO_2 , MHB4029. Vstupy předvolby jsou připojeny na zem. Výstupy Q_C a Q_D jsou připojeny na hradlo AND, jehož výstup je před oddělovací diodou přiveden na vstup „přepis předvolby“. Jakmile čítač načítá dvanáct, další vstupní impuls vyvolá na vstupech Q_C a Q_D úroveň H, H se objeví i na výstupu hradla AND a čítač se přednastaví na nulu. Třetí dělič, IO_3 , dělí deseti. Vychází z něj signál o periodě 1 minuta. Je použit obvod MHB4029, zapojený jako čítač BCD.

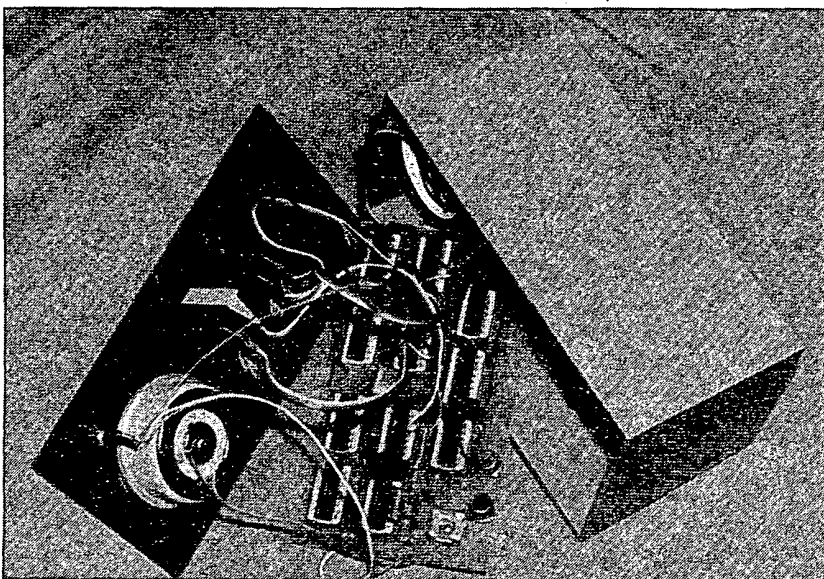
Výstupní signál z děličů přichází na čtyřvstupový čítač BCD s přednastavením. Je sestaven z obvodů IO_4 až IO_7 , MHB4029. Předvolba se nastavuje palcovým přepínačem $Př_1$. IO_4 , IO_6 a IO_7 jsou zapojeny tak, že čítají od devíti do nuly. IO_5 „odečítá“ od pěti do nuly. Jakmile čítač IO_5 dočítá do nuly, objeví se při dalším impulsu na výstupech Q_A a Q_D úroveň H a přes hradlo AND, IO_9 , MHB4081, a oddělovací diodu D_5 se přednastaví číslo, které je na vstupech čítače. Přednastavovací vstup dostává řídicí impuls ze dvou míst. Jednak díky zmíněnému hradlu AND se přednastaví vždy po nule do pětiky – to je zajištěno použitím hradel AND a NAND na vstupech čítače, jednak



Obr. 59. Blokové schéma signálních hodin



Obr. 60. Zapojení signálních hodin



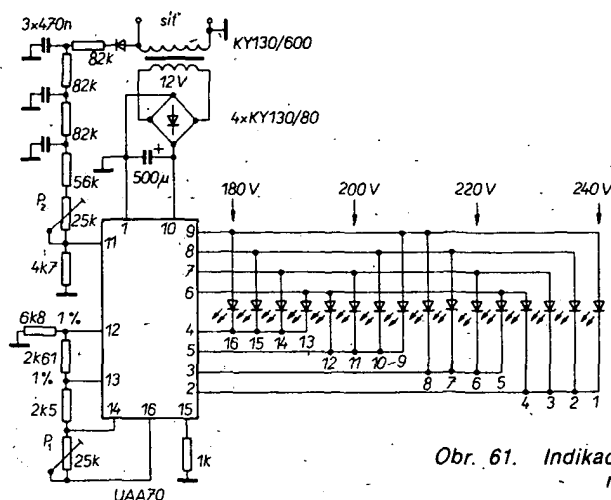
Obr. 58. Vnitřní uspořádání signálních hodin

přichází impuls od $Př_2$, který při zapnutí vynuluje čítače IO_1 , IO_2 , IO_3 a přednastaví čísla zadaná na vstupech IO_4 , IO_5 , IO_6 , IO_7 . Tento impuls dále uvolní hradla IO_{10} a $1/2 IO_9$, čímž se přednastavené číslo dostane přes ně na vstupy IO_5 . Kondenzátor C_3 prodlužuje dobu uvolnění hradel.

Spouštěcí impuls je získán při zapnutí napájení hodin derivačním členem C_4 , R_{19} . Je vytvářen hradly NAND, $1/2 IO_8$.

Vyhodnocovací obvod je vytvořen čtyřvstupovým hradlem NOR, $1/2 IO_{11}$. Na jeho vstupy jsou přivedeny přenosy z čítačů IO_4 až IO_7 . Při jejich současném vynulování se na výstupu hradla objeví úroveň H a sepe se tranzistor T_2 .

Obvod indikace z telefonního sluchátka nebo reproduktoru je napájen přes tranzistor T_1 . Přerušovaný signál získáme sloučením signálů o kmitočtu 2 Hz a 1 kHz v hradle NAND, $1/4 IO_9$, jehož výstupem budíme tranzistor T_1 . Odběr ze zdroje při signalizaci je dán použitým reproduktorem.



Indikace kolísání síťového napětí

Výhodně můžeme použít „roztaženou“ stupnici ze svítivých diod při indikaci kolísání síťového napětí v rozsahu +10 až -20 % kolem jmenovité velikosti. Při stupnici ze šestnácti svítivých diod každá dioda indikuje změnu 4 V mezi 180 až 240 V. Je-li napětí sítě např. 182 V, pak budou svítit diody 180 V a 184 V.

Podle obr. 61 používáme malé transformátor se sekundárním napětím 10 až 12 V. Napětí usměrníme můstkově a stejnsměrným napětím (bez stabilizace) napájíme integrovaný obvod UAA170 a svítivě diody, které můžeme pro výraznější indikaci rozlišit barevně: kupř. zelené pro napětí menší než 220 V a červené pro napětí větší než 220 V.

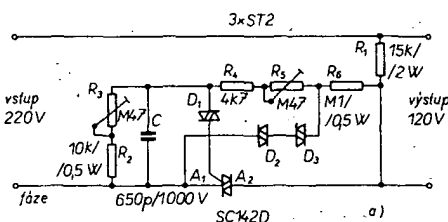
Vstupní napětí – tedy síťové – usměrňujeme a po úpravě přivedeme na vstup UAA170. Vstupní dělič je integračním řešením, který omezuje rušící impulsy ze sítě, které by jinak nepříjemně ovlivňovaly indikaci.

K cejchování potřebujeme přesné měřidlo a regulační transformátor. Nejprve na vývodu 13 UAA170 nastavíme odporovým trimrem P_1 napětí 4,87 V a potom při síťovém napětí (regulačním transformátorem) 218 V na vývodu 11 odporovým trimrem P_2 přesně 4,35 V. Při správném nastavení mají při napětí sítě 218 V svítit diody č. 11 a 12.

Rádiótechnika 1/1986

Neobvyklý převodní transformátor z 220 na 120 V, 1000 W

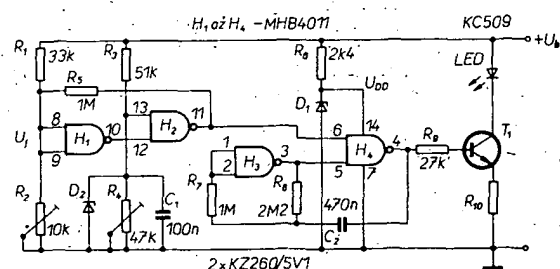
Řekne-li někdo transformátor pro 1000 VA, každému se vybaví transformátor účtyhodně velikosti, jehož jádro má hmotnost kolem 11 kg. Proto jsem byl mírně udiven, když se mi dostala do rukou krabička velikosti $35 \times 35 \times 55$ s nápisem: „Voltage converter 220-240VAC to 110-120VAC“. Model 18/21 s dodatkem, že se jedná o převodník pro ohřívací tělesa a přenosné motory do příkonu 1000 W. „Krabička“ je výrobkem fy Franzus z New Yorku a je určena především pro americké návštěvníky Evropy (nebo jiných „exotických“ zemí), v nichž je napětí sítě 220 V, aby i v těchto zemích mohli používat své holící přístroje, kávo-



vary, mixery, žehličky, grilovací trouby, vysavače apod. Výrobce tento převodník nedoporučuje pro napájení ledniček, fotografických blesků, sušiček s kulkou, promítáčků, TVP a hodin. Pro rozhlasové přijímače, magnetofony, kalkulačky, blesky, nabíječky doporučujeme model F11 s příkonem 50 W.

Model 18/21 se zasune do zásuvky 220 V, na čelní stěně krábičky je zásuvka pro ploché americké zástrčky.

„Černou krabičku“ jsem samozřejmě otevřel, její zapojení je na obr. 62. Jedná se o triakový spínač, který je nastaven tak, aby na výstupu bylo napětí 120 V. Triak je typu SC142D, 8 A/400 V, v podstatě jej lze nahradit naším KT207/400. Vůvodní triak je přisroubován ke krabičce jako ke chladiči, náš musíme odizolovat, protože kovové chladiče s upevňovací křídlo je galvanicky spojeno s vnitřním systémem. Diak D_1 je typu ST2, má spínací napětí 28 až 36 V, odpovídá v podstatě našemu KR106. Dva další diaky D_2 a D_3 nemají značení, ale v sérii mají otevírací napětí 60 V, tedy jako v sérii zapojené naše diaky KR105. Jejich funkce je ochranná; při zvěšování napětí na děliči přivírají triak. Výstupní napětí není stabilizované, při změně vstupního napětí se uměrně mění i výstupní. Zátěžovací rezistor R_1 na výstupu napájí rezistory R_2 až R_6 . Otevírání triaku je nastaveno odporovým trimrem R_3 , přes který je nabíjen kondenzátor C. Při jeho nabíjení asi na 35 V se otevírá D_1 a náboj kondenzátoru se vybijí do zapalovací elektrody triaku, který se otevře a napájí výstup.



větší než požadované (nastavené), výstupní signál z H_1 a H_2 bude mít úroveň L , LED začne blikat a hlásí, že něco není v pořádku.

Porovnávací obvod pracuje takto: Referenční napětí 5 V je nastaveno diodami D_1 a D_2 . Má-li být pracovní napětí U_b menší, obě diody jsou uzavřeny, D_1 je zapojena do napájecího napětí, obvodu MHB4011, tedy napájecí napětí U_{DD} se rovná napětí U_b . Děliče R_1 , R_2 a R_3 , R_4 jsou nastaveny trimry tak, že napětí na vstupech U_F a U_A budou menší, než 45 % U_b (popř. nyní U_{DD}). Podle vlastností CMOS se tedy U_A a U_F počítá za malé napětí. Proto je na vstupu hradla H_1 úroveň L , na výstupu (10) bude úroveň L a tak jeden vstup H_2 (13) bude na úrovni L , druhý (12) na H . Podle pravdivostní tabulky hradel NAND proto na výstupu hradla H_2 bude úroveň H . Napětí o úrovni H na vývodu 11 umožní přenášet kmity multivibrátoru a LED bude blikat. Překročí-li napájecí napětí nastavenou spodní hranici U_b (např. 5 V), změní se stav výstupu 11 , diody D_1 i D_2 se otevřou a U_{DD} bude mít jmenovitou velikost. Úrovně L a H budou přesně definovány: napětí menší než 2,3 V bude L , větší než 2,3 V bude H . Vstup 13 hradla H_2 se dostane na úroveň $\log. 1$ (H), na vstupu 12 bude velká úroveň. H_1 při zvoleném pracovním napájecím napětí U_b svůj stav nemění, protože R_1 , R_2 dělí napětí a U_F se počítá za úroveň L . Na vstupech H_2 bude úroveň $\log. 1$, na výstupu $\log. 0$, LED trvale svítí – napájecí napětí je v mezích.

Zvětšíme-li napájecí napětí U_F o 50 % nad napětí 5 V, hradlo H_1 se překlopí, na výstupu bude H , výstup 11 změní svůj stav a LED začíná blikat.

Zpětné zavedení signálu z výstupu 11 na spojené vstupy 8 ; 9 H_1 slouží jako slabá zpětná kladná vazba, působící rychlejší překlápění – a takto zavedená hysterese ulehčuje nastavení.

Odporovým trimrem R_4 nastavujeme nejmenší zvolené napětí U_b (které nemůže být menší než 5 V), trimrem R_2 nastavíme horní mez napětí U_b (nemůže být menší než 10 V). Zapojení umožňuje nastavit velmi úzké tolerance napětí U_b , kupř. 12 V $\pm 0,5$ V.

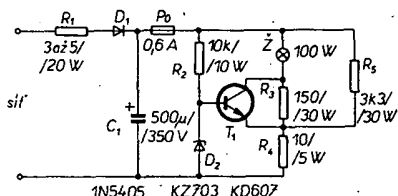
Obvod má odběr proudu závislý pouze na proudu svítící diody. Její proud nastavíme volbou R_{10} asi na 15 mA.

Funkschau 7/1981

Stabilizátor síťového napětí bez železa

Stabilizátory síťového napětí jsou obvykle značně těžké a jejich domácí výroba je náročná, protože ji ztěžují navijení velkého transformátoru a tlumivky. Popsané zapojení je bez transformátoru a bez tlumivky, zato však potřebujeme několik rezistorů na velké zatížení – inu nic není zadarmo. Stabilizátor je určen především k napájení žárovky 100 W ve zvětšovací přístroji pro barevnou fotografii, ale může být použit i pro jiné účely při zátěži 100 W.

Na obr. 64 je zapojení jednoduchého stabilizátoru. Síťové napětí usměrníme diodou D_1 a napětí filtrujeme kondenzátorem C_1 . Tímto jednoduším usměrňovačem napájíme žárovku 100 W. Rezistor R_1 omezuje proudový náraz při zapnutí, kdy je vlákno žárovky ještě studené a představuje v podstatě zkrat. Na elektrodách kondenzátoru C_1 bez zatížení bude asi 310 V; při zatížení se napětí zmenší. Z kondenzátoru napájíme žárovku, která spolu s R_3 , R_4 , R_5 a tranzistorem T_1 tvoří dělič napětí. Tranzistor T_1 je vlastním



Obr. 64. Stabilizátor síťového napětí bez železa

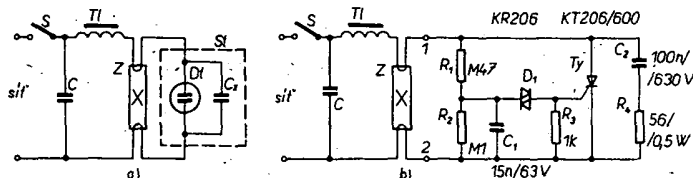
stabilizátorem, na jeho bázi je díky R_2 , D_2 konstantní napětí 6,2 V. Emitorové napětí tranzistoru bude menší o 0,6 až 0,8 V. Tranzistor svůj emitorový proud, který protéká přes R_4 , stabilizuje, a na rezistoru R_4 bude spád napětí 5,6 až 5,8 V. Proud žárovky je z větší části čerpán z kolektoru tranzistoru a je stabilní. Kdyby se proud protékající žárovkou z nějakých důvodů zmenšil, zmenší se i napětí na R_4 , tranzistor se více otevře (bude mít menší odpor), paralelní spojení T_1 – R_3 bude mít menší odpor a proud žárovky dosáhne původní velikosti a naopak. Zatížitelnost rezistorů je určena podle žárovky 100 W, při jiné zátěži je třeba rezistory upravit.

Tranzistor musí být připevněn na odvodňujícím chladiči, musíme chladit i Zenerovu diodu. Protože rezistory vyzařují poměrně značné teplo, skříňku přístroje bude třeba opatřit větracími děrami s ohledem na bezpečnostní předpisy.

Rádiotechnika 2/1983

Elektronické zapalování zářivek

Při zapalování zářivek – zvláště u starších nebo nekvalitních trubec – vzniká silné rušení v pásmu rozhlasových vln a stává se také, že zářivka špatně zapaluje, zhasíná, bliká apod. Mnohdy má na těchto nechtěných vinu startér. Provozní napětí rozsvícené zářivky je asi 80 V, proto ji musíme připojit k síti 220 V přes tlumivku (obr. 65a). Kondenzátor C_1 slouží ke zlepšení fázových poměrů pro indukční zátěž,



Obr. 65. Elektronické zapalování zářivky; zářivka se startérem, b) zářivka s elektronickým „startérem“

jinak neovlivňuje funkci zářivky. Jeho kapacita je několik mikrofaradů (podle příkonu trubice). Startér St je k trubici paralelně připojená speciální doutnavka, která má bimetalovou elektrodu a paralelně k doutnavce připojený kondenzátor C_2 o kapacitě kolem 10 nF.

Zapneme-li síťové napětí, zářivka se hned nezapálí. Napětí se přes tlumivku a žhavicí vlákna dostane na zářivku, doutnavka startéru zapálí, ale zářivka – protože její zapalovací napětí je větší – ještě nezapálí. Studenou trubici zkratuje i zapálená doutnavka. V doutnavce se ohřívá bimetalová elektroda, která se za určitou dobu teplem ohne a spojí se s druhou elektrodou a zářivku úplně zkratuje – doutnavka zhasne. Přes žhavicí vlákna trubice teče velký proud, který ohřeje zářivku. Mezi tím doutnavka vychladne, přeruší se zkrat, žhavicí vlákna zářivky proud nepoteče. Při přerušení proudu vznikne indukční proudový náraz, který zahřátou trubici zapálí. Startér je vyřazen

z provozu. Tento děj se odehrává během několika stovek milisekund.

Startér můžeme nahradit elektronickým spínačem, který sepne žhavení zářivky a po jejím ohřátí opět žhavení vypne. Tuto funkci vykonává obvod podle obr. 65b.

Elektronický spínač je připojen v bodech 1 a 2, tedy tlumivka, kondenzátor C a zářivka zůstanou jako u klasického zařízení. Po zapnutí napájecího napětí se tyristor v první kladné půlvlně síťového napětí otevře, protože na děliči R_1 , R_2 překročí kladné napětí zapalovací napětí diaku, který se stane vodivým a otevře tyristor. Náboj kondenzátoru zabezpečuje potřebný proudový impuls. Tyristor na konci kladné půlvlny přestane vést, ale po příchodu další kladné půlvlny se opět otevře, a tak během několika pulzů síťového napětí se žhavicí vlákno ohřeje a při následujícím vypnutí tyristoru se trubice zapálí. Tím se zmenší napětí na zářivce natolik, že tyristor již přes dělič nemůže dostat potřebné napětí k zapálení a zůstává uzavřen. Obvyklý filtrační člen C_2 , R_4 slouží k ochraně tyristoru, zmenšuje rušení a zabráňuje případnému otevření tyristoru.

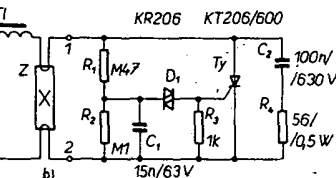
Výhody tohoto zapojení spočívají v tom, že má neomezenou dobu života, trubice se rychleji rozsvítí. Jeho použití se vyplatí tam, kde se často zapíná a vypíná osvětlení.

Celé zařízení je možné umístit na malou destičku s plošnými spoji, která se vejde do pouzdra (bez odrušovacího členu).

Elektronika 6/1982

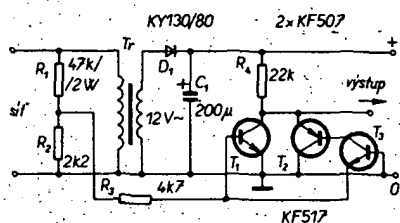
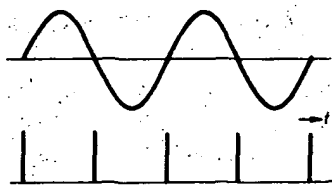
Jednoduchý detektor průchodu síťového napětí nulou

Tyristorová a podobná zařízení, při nichž spínáme síťové napětí do indukční nebo do odporové zátěže, mají nepříjemný průvodní zjev: silné rušení, které se šíří vedením i volně, a ruší rozhlas, televizi i jiná zařízení. Proto jsou v novějších přístrojích používány více nebo méně



Obr. 66. Jednoduché zařízení, které je možné použít pro tento účel. Z malého transformátoru po jednoduším usměrňování dostaneme asi 17 V (na kondenzátoru C_1). Dělič R_1 , R_2 dává řídicí síťové napětí 50 Hz. Bude-li na rezistoru R_3 kladná půlvlna síťového napětí, T_1 povede a výstupní napětí obvodu bude nulové. Bude-li půlvlna záporná, vedou tranzistory T_2 a T_3 , výstupní napětí je opět nulové. Tedy při obou půlvlnách síťového napětí je na výstupu nula, tyristor nedostane otevírací impuls. V okamžiku průchodu

Na obr. 66 je jednoduché zařízení, které je možné použít pro tento účel. Z malého transformátoru po jednoduším usměrňování dostaneme asi 17 V (na kondenzátoru C_1). Dělič R_1 , R_2 dává řídicí síťové napětí 50 Hz. Bude-li na rezistoru R_3 kladná půlvlna síťového napětí, T_1 povede a výstupní napětí obvodu bude nulové. Bude-li půlvlna záporná, vedou tranzistory T_2 a T_3 , výstupní napětí je opět nulové. Tedy při obou půlvlnách síťového napětí je na výstupu nula, tyristor nedostane otevírací impuls. V okamžiku průchodu



Obr. 66. Jednoduchý detektor průchodu sinusovky nulou

síťového napětí nulou nevede žádný tranzistor, na výstupu se na okamžik objeví přes R_4 krátký impuls, který krátce otevře tyristor nebo triak.

Podle typu spínacího tyristoru nebo triaku bude možná třeba na výstup zařadit tranzistor, zesilující otevírací impuls, příp. pozměnit R_4 . Nezapomeňme, že zařízení je galvanicky spojeno se sítí!

Elektr 7-8/1985

Buzení digitronů obvodem C520D

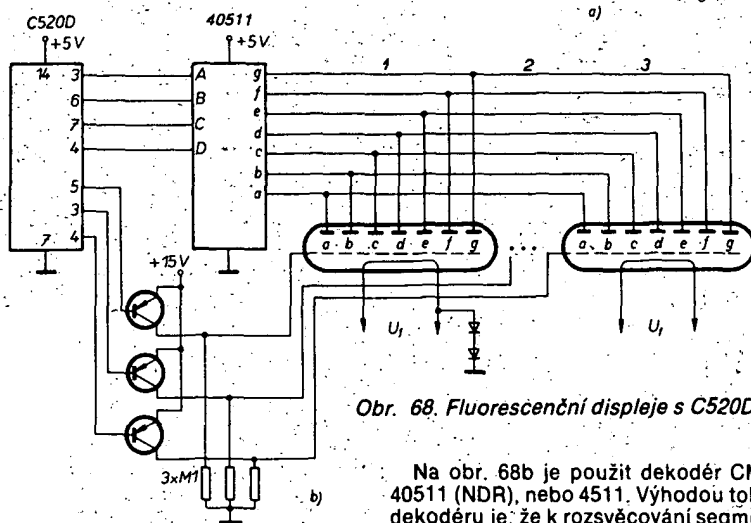
O možnostech použití převodníku A/D z NDR – C520D – bylo již otištěno na stránkách AR několik článků, i v tomto čísle AR řady B je několik možností použití. Jedná se o základní třímístný modul k měření napětí, který se různými úpravami hodí pro měření a indikace nejrůznějších údajů.

V klasickém zapojení se obvod používá s dekodérem, aby v multiplexním provozu budoval sedmissegmentové displeje se svítivými diodami. V těchto zapojeních se používají dekodéry 7446 nebo 7447 (D146, D147). Může se však stát, že bude výhodnější (z cenových nebo konstrukčních důvodů) použít pro indikaci digitrony, a v tomto případě můžeme použít zapojení podle obr. 67.

Obvod C520D je v obvyklém zapojení. Katody digitronů v multiplexním provozu nemůžeme napájet přímo, bude třeba použít buďcí tranzistory pro větší napětí. Napájecí napětí katod digitronů má být kolem 180 V. V klidovém stavu jsou tranzistory otevřeny a číslice nemohou svítit. Tranzistor se v rytmu multiplexu uzavírá a v tom čase kladné napětí přes rezistor

18 k Ω rozsvěcuje číslice, které jsou napájeny přes dekodér 74141. Vstupy dekodéru jsou řízeny v kódu BCD, příslušné výstupy přivádějí napětí na číslice, které mají být indikovány.

Funkamateu 1/1985



Obr. 68. Fluorescenční displeje s C520D

Na obr. 68b je použit dekodér CMOS 40511 (NDR), nebo 4511. Výhodou tohoto dekodéru je, že k rozsvěcování segmentů nepotřebuje žádné další aktivní nebo pasivní součástky, jeho výstupy jsou připojeny přímo na příslušné segmenty luminiscenčního displeje. Škoda jen, že tyto dekodéry nejsou běžně dostupné.

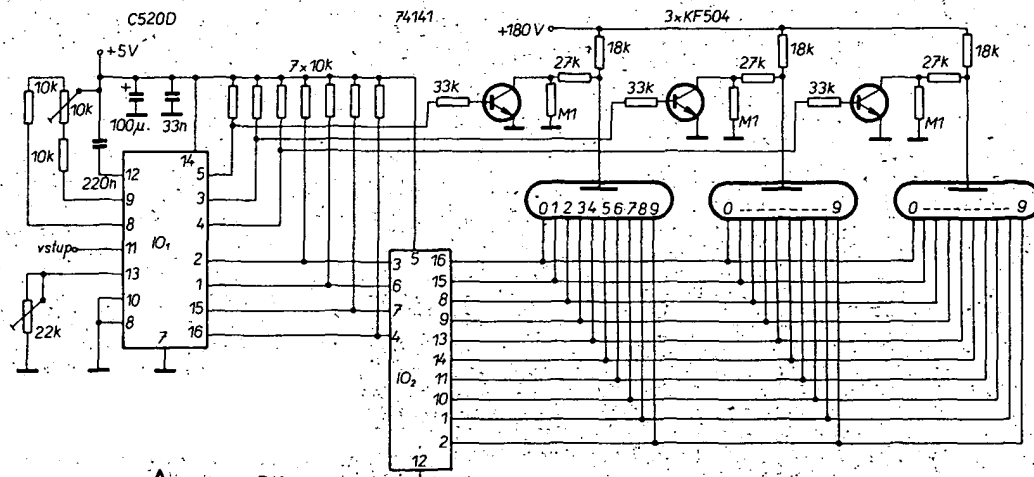
Na obr. 69 se k buzení segmentů používá běžný dekodér D146 (nebo D147). Vzhledem k tomu, že displej potřebuje větší napájecí napětí, výstupy dekodéru musí mít tranzistorové spínací stupně (s tranzistory p-n-p) a děliče, čímž je zapojení složitější.

Funkamateu 8/1985

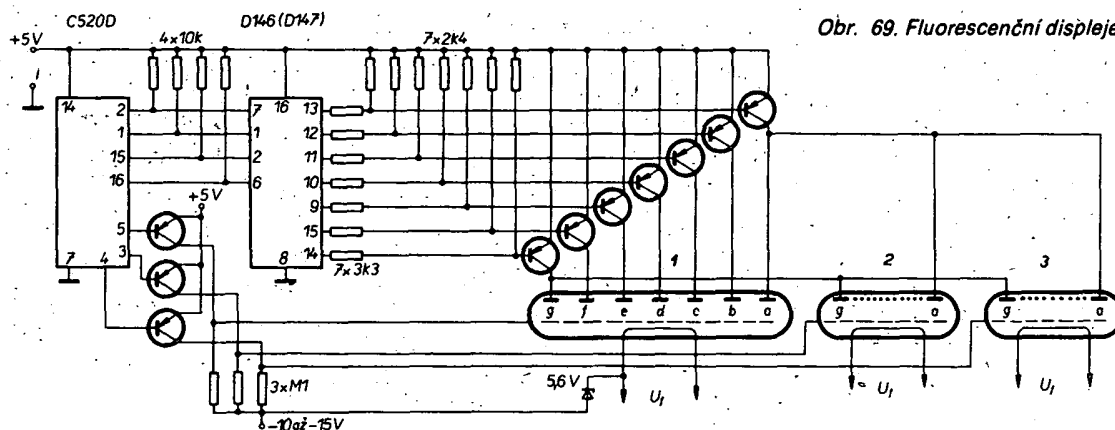
Přesný termostat

Zapojení termostatů k udržování konstantní teploty jsou všeobecně známá. Jsou používány různé varianty s teplotním čidlem (perličkový, příp. hmotový termistor), které je zapojeno v můstku, s komparátorem s tranzistory nebo operačním zesilovačem apod. Spínání a odpojování zátěže může zabezpečovat relé, tyristor nebo triak.

Zapojení na obr. 70 se liší od uvedených v tom, že místo termistoru používá křemíkovou diodu a její závislost na teplotě. Uvedené řešení má výhodu v tom, že perličkové termistory mnohdy je těžké,



Obr. 67. Digitrony s C520D



Obr. 69. Fluorescenční displeje s C520D

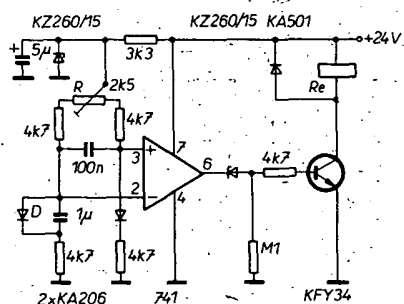
ne-li vůbec nemožné sehnat, křemíkovou diodu v miniaturním provedení a ve skleněném pouzdře má k dispozici každý.

Napětí na křemíkové diodě se při protékajícím konstantním proudu mění v závislosti na okolní teplotě. Se zvyšováním okolní teploty se napětí na diodě zmenšuje asi o 2 mV/°C a obráceně. Tato teplotní závislost je téměř lineární, ale bez výběru diod a doplňujících linearizačních obvodů se k měření teploty s dostatečnou přesností nehodí. Pro náš účel tato nelinearita vůbec nevadí, protože teplotní závislosti využíváme jen v jednom bodě a v něm je konstantní.

Diodu D napájíme konstantním proudem a její napětí přivádíme na invertující vstup operačního zesilovače. Na neinvertujícím vstupu je napětí z pevného děliče. Teplotu, kterou máme v úmyslu udržovat, nastavíme odporovým trimrem R tak, že diodu umístíme v prostředí se zvolenou teplotou. Sníží-li se zvolená teplota jen o zlomek stupně, rovnováha na vstupu OZ se naruší, na výstupu komparátoru se objeví napětí, které sepně tranzistor a tím i relé.

V podstatě můžeme použít každou křemíkovou diodu. Jediným hlediskem při výběru bude druh pouzdra, protože na něm je závislá rychlost odezvy a možnost použití kupř. v tekutém nebo v plynném prostředí. Drátové vývody skleněných diod s axiálními vývody je třeba v kapalném prostředí izolovat tak, aby se kapalina drátů nemohla dotýkat. Tyto diody rychle reagují na změnu teploty prostředí. Diody v kovovém pouzdře (elektrody nejsou spojeny s pouzdrem) jsou tvarově výhodnější, ale jejich reakce na změnu teploty je pomalejší. Totéž platí pro diody v plastu. Podle literatury snad nejrychlejší reakci mají varikapy typu KB.

Funktechnik 13/1975



Obr. 70. Přesný termostat

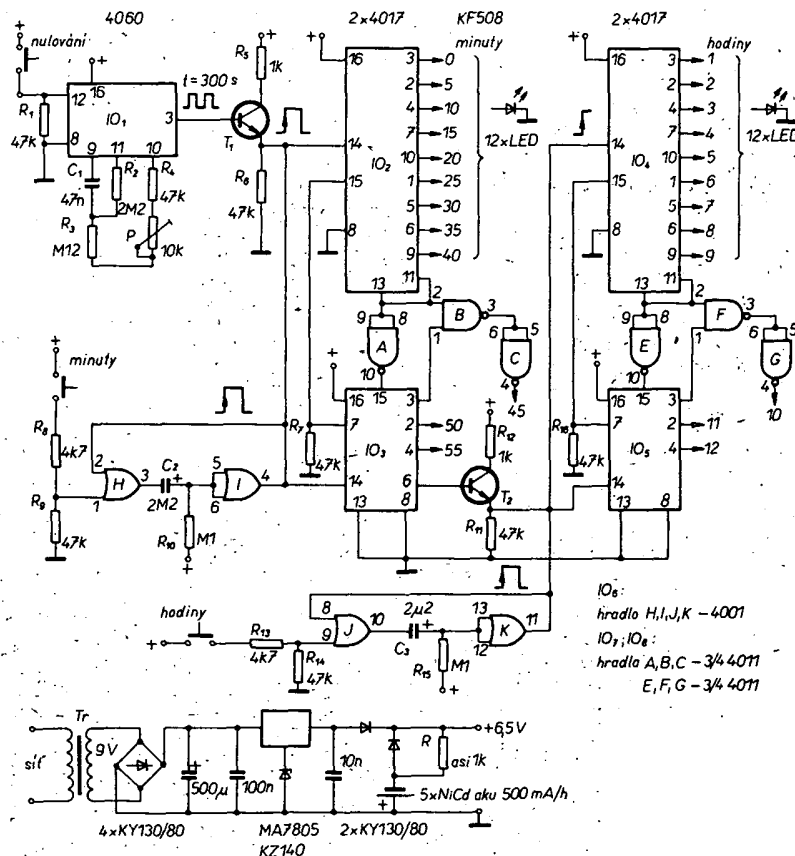
Neobvyklé hodiny se svítivými diodami

Digitální hodiny již nejsou žádnou zvláštností, objevují se již nejen s klasickou, číslicovou indikací, ale i ve formě s analogovým ciferníkem. V našem případě budou sloužit k indikaci času svítivé diody: jedna ukáže kolik je hodin a druhá minuty – po pěti minutách. Uspořádání diod je vhodné podle vzoru klasických hodin s ručkami, je však možné uspořádat je i v řadě nebo podle libosti. Indikace minut po skocích pro běžnou potřebu celkem vyhovuje, indikovat šedesát minut jednotlivě by bylo dosti nepřehledné, nemluvě již o šedesáti diodách LED – i použitých 24 diod je dost. Kromě toho by řízení šedesáti svítivých diod vyžadovalo navíc 15 integrovaných obvodů.

Hodiny jsou v podstatě velmi jednoduché, pro malou spotřebu jsou použity

obvody CMOS. Řídící částí hodin (obr. 71) je IO₁. Obvod 4060 je čtrnáctibitový dvojkový čítač-dělič s vestavěným oscilátorem. Bylo by možné použít i obvod MHB4020, který je totožný, ten však nemá oscilátor, který by bylo třeba postavit zvlášť. Pro jednoduchost v hodinách nepoužijeme krystalový oscilátor, jen člen RC (R₂ až R₄, P, C), který sestavíme ze stabilních součástek. Na výstupu IO₁ dostaneme jeden impuls po 300, tj. po pěti minutách. Přesnost nastavíme trimrem P. Abychom nemuseli dlouho čekat, na Q₁₂ je perioda 75 sekund, na Q₁₁ – 37,5 s, na Q₁₀, 9 a 8 vždy polovina z předchozího času. Impulzy můžeme pozorovat buď na osciloskopu, nebo na příslušný výstup přes odpor 150 Ω připojíme LED a pozorujeme jeho světlo, a tak měříme čas. Svítit bude jen polovina času, protože se jedná o úplnou periodu. Kmitočet oscilátoru je 54,61 Hz.

Přes tranzistor T₁ vedeme impulsy do



Obr. 71. Neobvyklé hodiny se svítivými diodami

B/4 86 Amaterské RADIO

čítačů IO₂, IO₃, IO₇. Na jejich výstupech postupně rozsvěcuje 12 diod LED, vždy po pěti minutách. Po rozsvícení diody označující 55. minutu se rozsvítí nultá dioda, a čítání začne znovu.

Nultá minuta vynuluje IO₂ a začíná počítání hodin, na IO₄, IO₅ a IO₆ se postupně rozsvěčují diody, každou hodinu jedna.

Bude výhodné používat LED různých velikostí a barev, aby bylo možné odlišit na první pohled hodiny a minuty.

Přístroj nastavujeme sepnutím tlačítka „nulování“, minuty tlačítkem „minuty“ a hodiny tlačítkem „hodiny“.

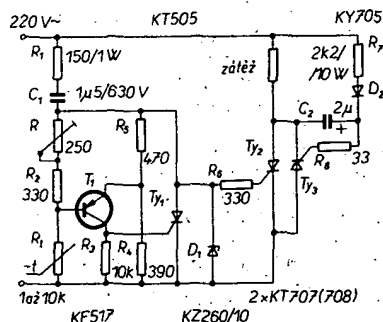
IO₂, IO₃ a IO₅ jsou desítkové čítače 4017, které se u nás nevyrábějí, místo nich se používají dovážené sovětské K176IE8.

Zdroj je jednoduchý s monolitickým stabilizátorem, Zenerovou diodou zvětšíme výstupní napětí na 6,5 V. Zároveň s napájením hodin nabíjíme pět NiCd akumulátorů (tužkové akumulátory) o kapacitě 450 mAh proudem asi 1 až 5 mA (upravíme odpor rezistoru R), aby hodiny pracovaly i při výpadku sítě. Protože spotřeba je velmi malá (obvody CMOS spotřebují jen několik set mikroampér, dvě LED jen 20 mA), zdroj může nahradit síťové napájení i po několik hodin. Transformátor postačuje malý, na 50 až 100 mA.

Electronique pratique č. 82

Bezkontaktní regulátor teploty s řízením v nule

Dvoupolohový regulátor teploty (při snížení teploty sepně, při dosažení nastavené teploty vypne spotřebiče) s tyristory 15 A může pracovat se zátěží až 3 kW (budou-li tyristory na odpovídajících chladičích). Regulace je celovlnná, protože jsou použity dva antiparalelně zapojené tyristory a tím jsou využity obě půlvlny síťového napětí (obr. 72). Další nezanedbatelnou výhodou tohoto zapojení je, že při spínání a odpojování zátěže neruší, protože sepně, popř. odpojí zátěž v tom okamžiku, kdy střídavé napětí prochází nulou.



Obr. 72. Bezkontaktní regulátor teploty

Člen R₁, C₁ je omezovacím odporem, přes nějž se napájí řídicí část (abychom nemuseli použít zvláštní napájecí transformátor). Když teplota – nastavená trimrem R na požadovanou úroveň – bude vysoká, odpor termistoru R₁ bude malý, T₁ povede a část záporných půlvln uzavírá výkonové tyristory, zátěž není napájena. Sníží-li se teplota, odpor termistoru se zvětší, tranzistor T₁ se uzavře a uzavírá i řídicí tyristor T₂. Při průchodu síťového napětí nulou se otevře T₂ a po dobu

půlperiody napájí spotřebič. Při příchodu další půlvlny se otevře T₃ a opět napájí zátěž. Vlivem střídavého otevírání a zavírání obou tyristorů je zátěž stále napájena, dokud teplota opět nedosáhne nastavené velikosti.

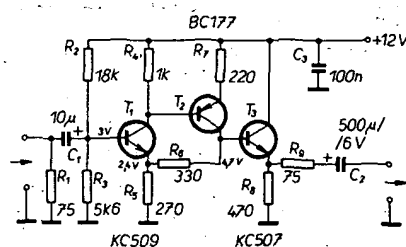
Elektr 7-8/1985

Video a nf technika

Videozesilovač pro videomagnetofony

Video (obrazové) zesilovače lze ve videotechnice využít různě. Jednak je můžeme používat při propojení dvou zařízení dlouhým kabelem, kdy útlum by již mohl ovlivnit kvalitu signálu. Také se používají ve spojení s různými filtry pro úpravu kmitočtové charakteristiky (např. k rozostření obrysu a tím k optickému zmenšení šumu obrazu). Dále tyto zesilovače používáme při přepisu špatných nahrávek, kdy je již tak nízká úroveň synchronizačních impulsů, že se obraz „pokládá“. Nejčastější použití je však při paralelním nahrávání několika zdrojů z jednoho zdroje signálu. U strojů firmy Grundig je použití videozesilovačů nutné, protože nemají oddělený videovstup a výstup. I když se běžně používá u většiny strojů sériové propojení, má to nevýhodu, že jestliže je v řetězci zapojen stroj horší kvality, tak ovlivní i nahrávku následujícím strojem. Proto je lepší použít videozesilovač s paralelními výstupy.

Na obr. 73 je zapojení nejjednoduššího videozesilovače s jedním výstupem. Tran-



Obr. 73. Jednoduchý videozesilovač

zistory T₁ a T₂ tvoří zesilovač a T₃ pracuje jako impedanční převodník. Napájení je 12 V a odběr ze zdroje 20 mA. Kmitočtový rozsah 20 MHz. K napájení použijeme stabilizovaný zdroj s MA7812. Některé videomagnetofony mají výstup pro kameru 12 V/0,5 A, takže z nich lze videozesilovač napájet přímo.

Při uvedení do provozu zkontrolujeme pouze ss pracovní body, jinak by zesilovač měl pracovat okamžitě.

Další videozesilovač je na obr. 74. Má již tři paralelní výstupy a regulaci zesílení od jednoho do čtyřnásobku výstupního napětí. Přenosové pásmo je 5 MHz. Tranzistory T₁ a T₂ tvoří zesilovač, T₃ pracuje jako emitorový sledovač. Napájení je opět 12 V, odběr ze zdroje asi 150 mA pro tři připojené stroje. Zesilovač nastavíme tak, že trimrem P₁ nastavíme na bázi T₁ napětí 1 V, potom by na rezistoru R₈ mělo být

7,5 V. Potenciometrem P₂ regulujeme zesílení. Jestliže máme k dispozici osciloskop do 10 MHz a sinusový generátor do 10 MHz, je vhodné při ověření funkce zesilovače.

Na obr. 75 je nejpropracovanější typ videozesilovače. Má 5 možných paralelních výstupů. Při vstupním mezivrcholovém napětí 1 V má výstupní napětí regulovatelné od 0 do 4 V. Přenosové pásmo je 30 MHz. Zesilovač má na rozdíl od předchozích dvojitý koncový stupeň s T₅, T₆ a diferenční vstup T₁ a T₂. Napájení 12 V, odběr ze zdroje je menší než 250 mA. Zapojení by mělo pracovat na první pokus, ale je potřeba zkontrolovat průběh signálu osciloskopem.

Impedance vstupů a výstupů všech zesilovačů je 75 Ω. Rezistory 75 Ω získáme jako paralelní kombinaci dvou rezistorů 150 Ω. Celý zesilovač lze umístit do skříňky U5 (obr. 76).

Elektr 7-8/85, 12/83

Přepínač videosignálů

Potřebujeme-li zdroj videosignálu z několika zařízení, například ze dvou videomagnetofonů nebo z videomagnetofonu a z počítače atd., musíme při kontrole na monitoru neustále přehazovat kabely. Zařízení na obr. 77 tuto nepříjemnost odstraňuje. Jedná se o přepínač dvou videosignálů. Signály se přepínají přivedením log. 1 nebo 0 na řídicí vstup přepínače. Přenosové pásmo je až 8 MHz, což plně dostačuje. Odběr ze zdroje je 1 až 2 mA, takže přepínač můžeme napájet i z baterie. Celé zařízení se skládá ze dvou integrovaných obvodů MHB4066. Jedná se o čtyři řízené spínače v jednom pouzdře.

Pokud chceme připojit kanál 1, přivedeme na řídicí vstup log. 1. Spínače S₁ a S₂ jsou sepnuty, S₃ připojí vstupy S₅, S₆, S₃, S₄ na zem, takže zůstávají rozpojeny, S₈ navíc zkratuje výstup z S₅. S₁ a S₂ jsou sepnuty, protože jejich vstup je přes R₂ připojen na kladný pól napájecího napětí.

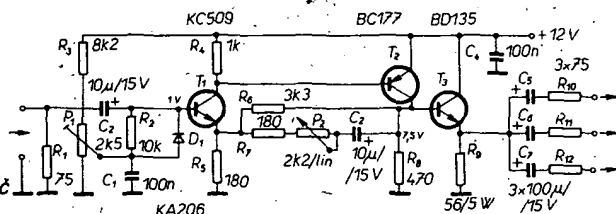
Chceme-li připojit kanál 2, přivedeme na řídicí vstup log. 0. S₇, S₈ rozpojíme, tím se na vstupy S₅, S₆, S₃, S₄ dostane přes R₃ kladné napětí a tyto spínače sepnou. Signál z kanálu 2 prochází, S₄ zkratuje signál v kanálu 1 a na řízení spínačů S₁ a S₂ je přes S₃ zavedena zem, takže jsou rozpojeny.

Elektr 7-8/85

Videoinvertor

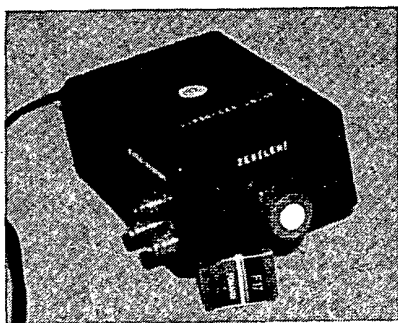
Tento přístroj po zapojení do cesty videosignálu invertuje obraz. Lze jej využít nejen pro „hraní si na obrazovce“, ale také při filmování pro trikové účely. Může jej také využívat fotoamatér při vyhodnocování negativů jako pozitivů. K tomu je však třeba vlastnit kameru s makroobjektivem.

Přístroj umožňuje inverzi barev a jasu, inverzi jasu a plynule nastavitelnou změnu barev až po tzv. pseudo-normál nebo zrušení inverze, kdy je přístroj trvale připojen a neovlivňuje procházející signál.



Obr. 74. Videozesilovač se třemi výstupy

Obr. 75. Videozesilovač s pěti výstupy



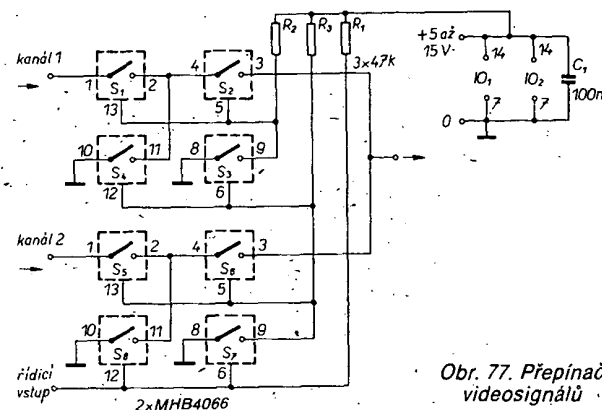
Obr. 76. Provedení videozesilovače se třemi výstupy

Některé další trikové možnosti budou vysvětleny později.

- Videoinvertor pracuje s běžným video-
signálem z videorekordéru nebo videokam-
ery (BNC, zásuvka AV). Nepracuje s vf
signálem!

Možnosti zapojení a použití:

1. Přístroj je zapojen mezi výstup videore-



Obr. 77. Přepínač
videosignálů

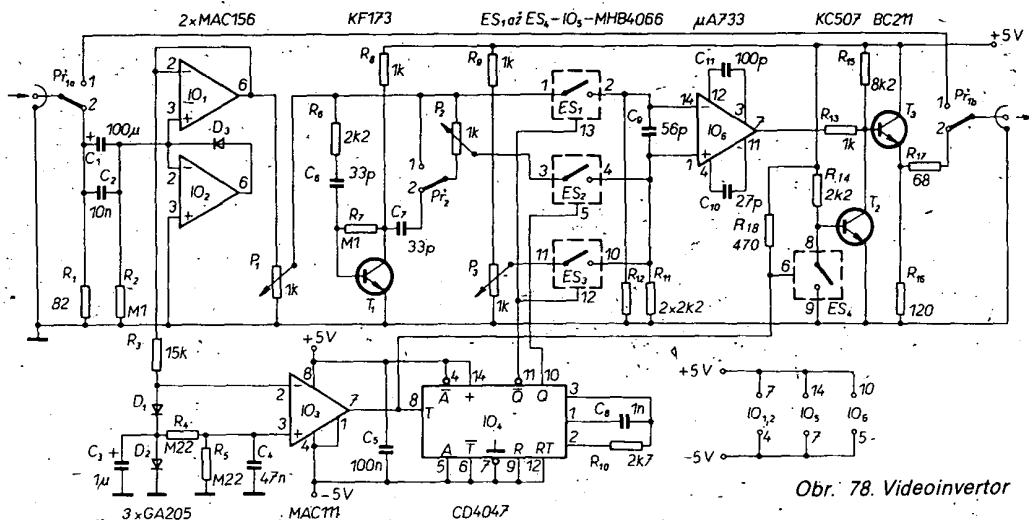
negativu. Musíme mít také dobrou kameru s makroobjektivem, protože jinak nedostaneme použitelné výsledky.

Zapojení

Zapojení videoinvertoru je na obr. 79: Funkce přepínače P_1 je jasná, můžeme jím v poloze 1 invertor vyřadit z činnosti. V poloze 2 (inverze) postupuje signál přes vstupní obvod C_1 , C_2 , R_1 , R_2 na aktivní obnovovač ss složky video signálu, osazený OZ IO_2 a IO_3 . Ty přizpůsobí opět nezápornější signál obrazové řádky na úroveň 0 V. Stejněsměrná úroveň signálu se ztrácí na vstupním obvodu, který je nutný k získání malého zkreslení a správného impedančního přizpůsobení přicházejícího signálu: Ss složka se obnovuje pomocí IO_2 a P_3 , IO_2 a P_3 pracují na velké impedanci, proto je nutný ještě napětový sledovač IO_1 . Vstupní signál je přiveden na potenciometr P_1 , kterým se nastaví dostatečná úroveň signálu. Za ním se

takže zbylá část obrazového řádku je invertována, včetně barevného signálu. Přes dělič R_9 , R_3 a ES_3 je na neinvertující vstup I_{06} referenční napětí, které zajišťuje správnou úroveň signálu. Absolutní hodnota signálu by byla jinak negativní, musí být přesunuta do kladné oblasti.

Přepneme-li P_2 do polohy 2 a představíme si, že běžec P_2 je na dolním konci odporové dráhy, je invertován celý řádek. Signál zde nyní během klopení IO_3 přes obvody kolem T_1 a je jimi fázově otočen o 180° . Tím je zrušena inverze barevného signálu (inverzi první části řádku se ruší inverze barevného signálu). Odporovým trimrem P_2 jsou oba signály (invertovaný a neinvertovaný) svedeny dohromady, takže je možno inverzi barvy plynule nastavit. Ve střední poloze běžce P_2 zmizí barva úplně. Vytočíme-li P_2 „nahoru“ (nikoli však na doraz), jsou barvy zeslabeny. Potenciometrem P_2 tedy může intenzita barev plynule nastavena mezi normální a komplementární.



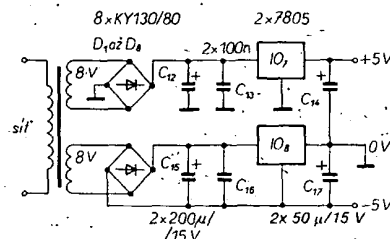
Obr. 78. Videoinvertor

kordéru a vstup monitoru, takže invertuje reprodukováný signál.

2. Pro aktivní „videofilmaře“, kteří vlastní kameru a videorekordér, umožňující střih. Přístroj je zapojen mezi výstup kamery a vstup videorekordéru a může měnit záznam.
3. Pro ty, kteří vlastní dva videorekordéry. Ti mohou nahrané záběry zpracovávat a měnit až doma tak, že trikové změny provedou při sestřihu. Invertor je zapojen mezi oběma stroji.
4. Pro fotoamatry při vyhodnocování negativů jako pozitivů. Takto lze však vyhodnocovat pouze černobílé negativy, protože je značně obtížné kompenzovat oranžovou masku na barevném

videosignál dělí do dvou cest. Jedna cesta vede na komparátor IO_3 , který obnoví synchronizační signál. Výstupním signálem IO_3 je (náběžnou hranou synchronizačního impulsu) spouští monostabilní obvod IO_4 , který řídí elektronické přepínáče ES_1 až ES_3 . ES_3 je řízen přímo výstupem komparátoru.

Sledujeme nyní druhou signálovou cestu nejprve s přepínačem P_7 v poloze E. Výstup Q IO_4 zůstává na úrovni H, signál postupuje proto přes ES_2 na neinvertující vstup IO_6 . Zatím není ještě tato část řádku invertována. Jakmile proběhne doba klopní IO_4 , Q přejde na L a Q na H. ES_1 a ES_3 sepnou, ES_2 se rozpojí. Přes ES_1 je nyní signál přiveden na invertující vstup IO_5 .



Obr. 79. Zdroj k videoinvertoru

Obvod T_2 , ES_4 , který je řízen přímo z IO_3 , zajišťuje, že synchronizační signál je předáván v neinvertované podobě k dalšímu zpracování. T_3 , R_{16} , R_{17} zajišťují správnou výstupní impedanci 75 Ω .

Síťová část je zřejmá ze schématu na obr. 79.

Stavba a nastavení

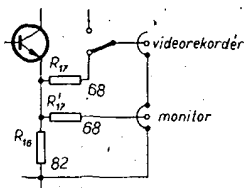
Zapojení obsahuje dva integrované obvody, které u nás nemají ekvivalent. Je to videozesilovač $\mu A733$ (LM733) a CMOS monostabilní klopný obvod CD4047. Oba tyto obvody lze koupit např. v MLR, kde můžeme také koupit obvod MHB4066, který zatím u nás není k sehnání. Pokud budeme chtít využít veškerých trikových možností, použijeme jako P_1 až P_3 potenciometry. Přívody k nim musí být stíněným vodičem.

K oživení potřebujeme zdroj videosignálu se zkušebními obrazy. Postačí k tomu i videorekordér, na který jsme si zkušební obraz zaznamenali. Přepínač P_1 přepneme do polohy 2 – inverze, P_2 do polohy 1, P_3 nastavíme tak, aby barvy na obrazovce byly syté při vhodném kontrastu. Potom přepneme P_2 do polohy 2 a musí být možné měnit plynule potenciometrem P_2 barvy od normálních (dolní doraz) do inverzního obrazu.

Triky

Zařízení má ještě další možnosti použití. Chceme-li, aby polovina obrazu byla normální a polovina invertovaná, zapojíme do série k rezistoru R_{10} odporový trimr. Překlápěcí čas se tedy nechá prodloužit tak, že na inverzi se přístroj přepne někde uprostřed obrazového řádku. Prodloužíme-li tento čas ještě více, přístroj se přepne až při následující řádce. Tedy jedna řádka bude normální, jedna inverzní. Při extrémním prodloužení lze dosáhnout toho, že popsáný jev je jen na části obrazu. Pro tyto možnosti volíme potenciometr $P_2 = 100$ k Ω .

Celé zařízení je na rozdíl od komerčních velmi levné. Můžeme tedy klidně zhotovit dva i několik kusů a zařadit je do série. Tím vznikne velké množství možností různých triků, které nelze ani probrat. Např. zařadíme-li dva invertory za sebe, druhým invertujeme barvy, ale prvním nikoli, obdržíme obraz, u něhož souhlasí černá-bílá, ale barvy jsou inverzní. Druhá možnost spočívá v tom, že první invertor je nastaven tak, že část obrazu je normální. U druhé části obrazu uprostřed je invertovaná černá-bílá. Druhý invertor invertuje černou-bílou zase zpátky na normál a invertuje barvy. Celý obraz je potom rozdělen na tři části – normální, invertující černou-bílou, invertující barvy. K tomu ovšem musí být na obou invertorech přidány potenciometry 100 k Ω .



Obr. 80: Současné připojení videorekordéru a monitoru

Pokud chceme na výstup invertoru kromě videorekordéru zapojit současně monitor, upravíme výstupní obvody podle obr. 80.

Elektr. 10/1984

Mixážní zařízení pro videorekordéry

Při dodatečném ozvučování filmů narážíme u levnějších videorekordérů (převážně japonských) na problémy s kvalitou nahrávky. Způsobují je záznamové automatiky těchto přístrojů. Závada se projevuje tak, že při tichých pasážích nebo mezi řeči se při ozvučování mikrofonem zvětšuje prudce šum (až na úroveň hlasitosti nahrávky). Příčinou je malá časová konstanta záznamové automatiky. Při malém vstupním signálu začne automatika po chvíli, dané časovou konstantou, zvětšovat zesílení až do maxima. Je to jev značně nepříjemný, který dokáže zkazit každou nahrávku.

Řešení je možné v zásadě dvojí. Pokud známe zapojení videorekordéru a troufáme si najít kondenzátor určující časovou konstantu, můžeme např. tento kondenzátor vyměnit za kondenzátor s větší kapacitou. Toto řešení však příliš nedoporučuji, neboť každá firma má své obvody řešeny jinak a mohlo by dojít k různým nepředvídaným potížím.

Druhé řešení spočívá v zahlcení vstupu nf zesilovače signálem nad prahem slyšitelnosti, který smícháme s nahrávaným signálem. Jeho úroveň nastavíme tak, aby zesílení regulované automatikou se nezvětšilo do maxima.

Zapojení mixážního zařízení na tomto principu je na obr. 81. Můžeme v něm míchat signál z mikrofonu se signálem z magnetofonu nebo druhého videorekordéru. K nim přimícháme signál 20 kHz z generátoru.

Operační zesilovač IO_1 a IO_2 tvoří dva stejné invertující zesilovače s řízeným zesílením (potenciometr ve zpětné vazbě). Jeden využíváme pro mikrofon a druhý pro ostatní zdroje signálu. Generátor je proveden jako běžný astabilní multivibrátor s tranzistory T_1 a T_2 . Protože výstupní signál má pravouhlý tvar, je za multivibrátorem zapojena pasivní dolní propust. Z ní je signál zaveden do invertujícího vstupu operačního zesilovače IO_3 , jehož zesílení lze také regulovat potenciometrem ve zpětné vazbě.

Signály ze všech tří zdrojů se sečtou na neinvertující vstupu operačního zesilovače IO_4 , který je zapojen jako emitorový sledovač. Na výstupu má IO_4 výstupní dělič, který zajišťuje vhodnou výstupní úroveň jak pro nf vstup, tak pro mikrofonní vstup videorekordéru.

Jako operační zesilovače IO_1 až IO_4 můžeme použít typy MAC156 nebo MAB356. Vhodnější je však použít čtyřnásobný OZ z NDR, B084 (ekvivalent TL084), který se v poslední době prodává v prodejnách TESLA.

Směšovací zařízení lze napájet např. ze dvou devítivoltových baterií, případně z jednoduchého síťového zdroje ± 9 V.

TV modulátor

Velká většina u nás prodávaných televizorů nemá vstup video, nýbrž pouze vstupy VHF a UHF. Pokud chceme k takovému TV připojit videorekordér bez tunerové části nebo doma zhotovený počítač, musíme si zhotovit ještě modulátor VHF-UHF. TV modulátor je vlastně malý televizní vysílač. Zpravidla se jednoduchým oscilátorem získá signál nosného kmitočtu někde v rozsahu VHF nebo UHF. Signál nosného kmitočtu je amplitudově modulován videosignálem a sousořným kabelem veden do TV přijímače. Pak stačí naladit televizor na kmitočet nosné.

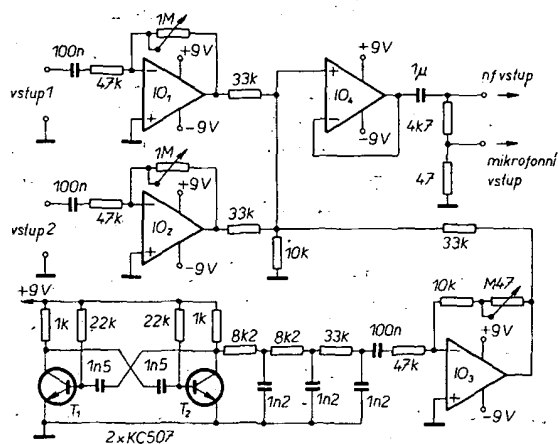
Zapojení

Tak jednoduchá celá věc ovšem zase není, protože na minivysílač je kladena celá řada požadavků. Kmitočet musí být velice stabilní, rovněž na kvalitě obrazu musí být při návrhu pamatováno. Stabilitu lze zajistit krystalem. Kvalitu obrazu dosáhneme asi jako na běžném televizoru, to znamená, že 80 znaků na řádku je dobře čitelných, samozřejmě ne však v kvalitě monitoru.

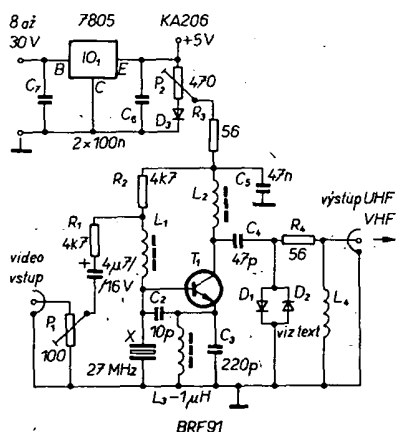
Nebyla by dobrá, kdyby přístroj dodával pouze jeden, i když „krystalově stabilní“ signál, protože použijeme-li starší televizor, může být na některém kmitočtu (kanálu) jakost obrazu horší či lepší. Mimo to lze signál nosné na několika kmitočtech při ladění snáze najít. Proto je za oscilátorem 27 MHz zařazen generátor harmonických. Tím se výstupní signál oscilátoru mění ve spektrum, které mimo základní kmitočet obsahuje množství signálů jeho celistvých násobků. Při měření tyto signály zjistíme až do 1800 MHz. Kmitočtové spektrum zaručuje, že minimálně jeden signál najdeme v pásmu I, minimálně jeden v pásmu III a nespočet v pásmu IV/V.

Zatím jsme mluvili o základním kmitočtu 27 MHz, protože krystal 27 MHz je dobrý a levný. Použít však můžeme jakýkoli krystal v rozsahu 25 až 30 MHz.

Zapojení modulátoru je na obr. 82. Oscilátor je vytvořen z tranzistoru T_1 (BFR91, výrobce např. Siemens). Signál oscilátoru je amplitudově modulován vi-



Obr. 81: Mixážní zařízení pro videorekordéry



deosignálem v bázi T_1 . Více se nedá o oscilátoru uvést. Snad jen to, že součástky kolem T_1 musí být v úzkých tolerancích a kvalitní. To ale platí ve všech technice všeobecně.

Generátor harmonických je tvořen dvěma Schottkyho diodami D_1 a D_2 . Protože musí velice rychle spínat (v rytmu 27 MHz), postarají se o harmonické až do oblasti gigahertzů.

Odporovým trimrem P_1 můžeme nastavit hloubku modulace, zatím co P_2 nastavuje ss režim oscilátoru. Nastavováním obou odporových trimrů můžeme nastavit jak pozitivní, tak negativní modulaci, jak bude vysvětleno později.

Jako napájecí napětí můžeme použít nestabilizovaný zdroj napětí 8 až 30 V, popř. stabilizované napětí 5 V (například z počítače). V tom případě odpadá přirozeně IO₁ a C₇.

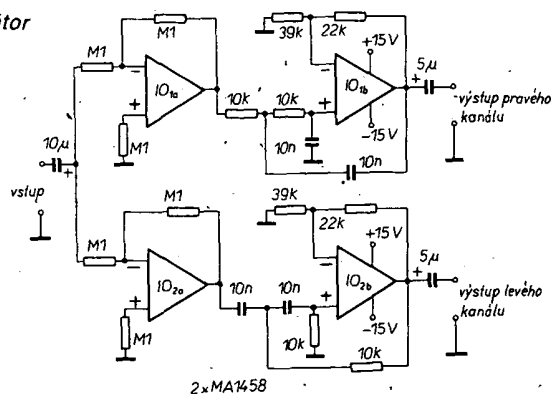
Stavba

Desku s plošnými spoji můžeme zhotovit jako jednostrannou, oboustranná deska není pro stabilitu podmínok. Cívky L_1 a L_2 mají 3,5 závitů drátu \varnothing 0,2 mm CuL na feritovém toroidu $3,5 \times 3,5$ mm. L_3 je na feritovém jádře a má má indukčnosti 1 μ H. L_4 tvoří jeden závit drátu o \varnothing 0,8 až 1 mm CuL na trnu o průměru 8 mm. Krystal je nejlépejší a nejdostupnější použít z modelářských souprav RC (27 MHz). Jako UHF Schottkyho diody můžeme použít např. typy: BA280, HSCH1001, 1N6263, BA481 atd. U nás podobné typy, zatím k dispozici nejsou.

Nastavení

Nastavení TV modulátoru vyžaduje jistý cit. Jednoduchý recept, jak všechny trimry nastavíme do střední polohy, zde neplatí, protože při nastavování velmi záleží na tom, kterou harmonickou naladíme. Nejlépe, když budete postupovat takto:

1. Jas a kontrast na televizoru nastavíme na maximum.
2. Na vstup videomodulátoru připojíme zdroj zkušebního obrazce (monoskop, videorekordér se záznamem monoskopu nebo zkušební obrazec z počítače) a výstup připojíme souosým kabelem $75\ \Omega$ na vstup televizního přijímače.
3. P_2 nastavíme do střední polohy a P_1 na nulový odpor.
4. Přijímač naladíme na některou harmonickou – nejlépe v pásmu VHF (2. až 12. kanál). Naladění poznáme podle toho, že z obrazovky zmizí „sníh“, popř. obraz ztmavne.



5. Nyní otáčíme P_1 , až je vidět obraz.
 6. Potom trimrem P_2 nastavíme kvalitu signálu. Není-li výsledek uspokojivý, doladíme P_1 , a potom opět P_2 .
 7. Nepodaří-li se dostat dobrý obraz, přeladíme televizor na nejbližší harmonickou a nastavování opakujeme.
- Při použití videorekordéru jako zdroje zkušebního signálu musíme mít na paměti, že šifka pásma je u těchto přístrojů mnohem menší než šifka TV signálu. Kvalita obrazu je tedy horší než originální televizní obraz a zlepšit dodávaný signál modulátor neumí.

Elektor 1/85

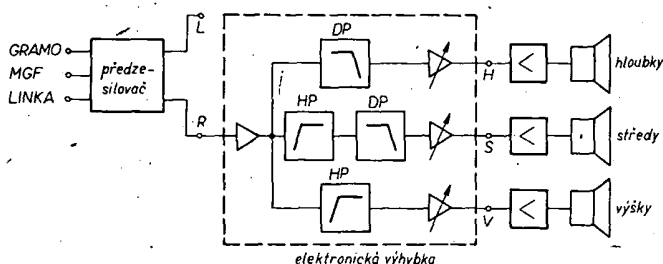
Stereofonní simulátor

Toto jednoduché zařízení vytváří z monofonního signálu dva signály. Stereofonní efekt vytváří kmitočtovým rozlišením kanálů. Zařízení je na obr. 83, IO_{1a} a IO_{2a} jsou oddělovací zesilovače. Za nimi následují IO_{1b} a IO_{2b}, které jsou zapojeny jako pásmové propusti se střímostí 12 dB/okt. IO_{1b} pracuje jako dolní propust, IO_{2b} jako horní propust. Dělici kmitočtů je 2 kHz. Odběr zařízení je asi 3 mA. K napájení lze použít libovolný symetrický zdroj napětí ± 10 až ± 15 V, stabilizovaného Zenerovými diodami. Jako operační zesilovače je použit dvojitý operační zesilovač MA1458. Původní zapojení používalo čtyřnásobný OZ LM348. Jinak lze použít např. MA748, MAC155, MAC157 atd.

Elektronics today 9/77

**Elektronická výhybka
se strmostí 24 dB/okt pro aktivní
reproduktorové soustavy**

V poslední době se v oblasti techniky hi-fi prosazují aktivní reproduktorové soustavy. Jejich výhody nespočívají jen v úspoře místa pro výkonový zesilovač, který je vestavěn přímo v „bednách“, ale



Obr. 84. Blokové schéma aktivní reprodukční soustavy

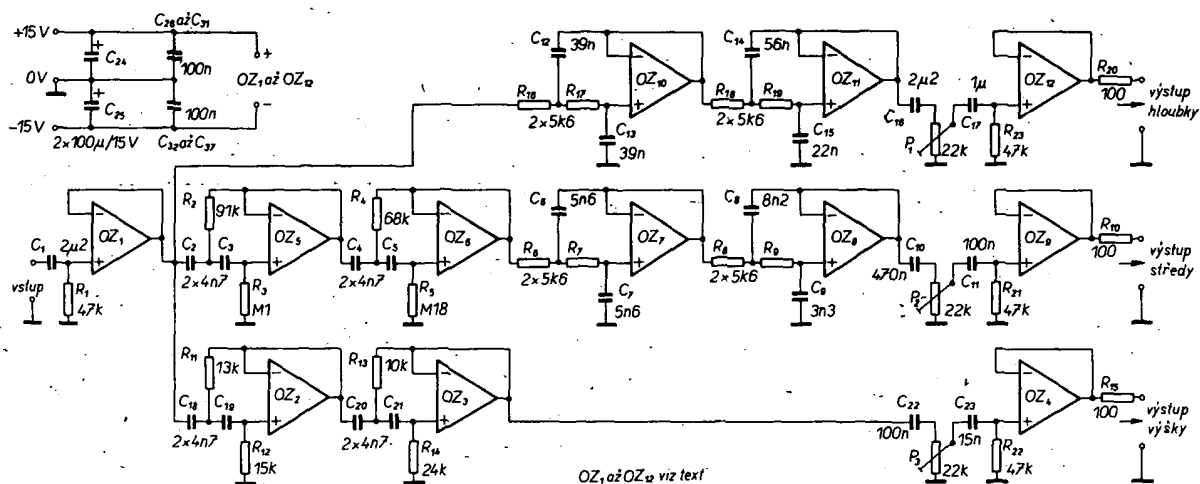
také v tom, že reproduktory jsou buzeny signály ostře ohraničených kmitočtových pásem, takže se do nich nedostanou nevhodné kmitočty, na které nejsou konstruovány. Také lze dobře regulovat úroveň vybuzení jednotlivých reproduktorů, a tím i poměr výkonů v jednotlivých kmitočtových pásmech.

Nevýhodou aktivních reproduktorových soustav je především jejich cena a složitost. Proto jsou určeny pro náročné posluchače.

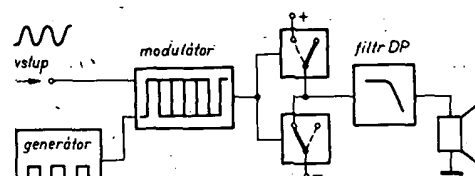
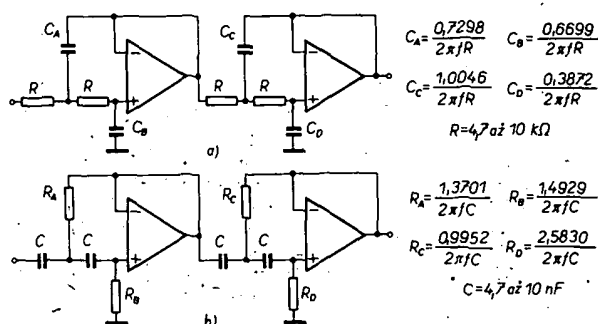
Na obr. 84 je blokové schéma aktivní reproduktorové soustavy. Je to třípásmová soustava. Každý reproduktor má svůj výkonový zesilovač. Konstrukce výkonových zesilovačů neuvádím, protože se jedná o běžné libovolné typy koncových stupňů (např. Transiwatt, Texan, Sinclair atd.), které byly již mnohokrát v AR uveřejněny.

Výškový zesilovač je napájen přes horní propust. Středový zesilovač je napájen z kombinace horní a dolní propusti a hloubkový zesilovač je napájen z dolní propusti. Na výstupu každé propusti je zařazen regulátor zesílení. Všechny jejich vstupy jsou spojeny do jednoho bodu a jsou přes oddělovací zesilovač napájeny signálem z předzesilovače. Propusti bývají nejčastěji Besselova typu. Strmost použitých propustí byla volena 24 dB/okt. V tom také spočívá její výhoda oproti dříve uveřejňovaným, které měly většinou 12 dB/okt., maximálně 18 dB/okt.

Schéma výhybky je na obr. 85. Dělicí kmitočty můžeme zvolit podle potřeby podle vzorců na obr. 86. V našem případě jsme volili 500 Hz a 3500 Hz. Celé zapojení je realizováno z operačních zesilovačů. Nejlépe je použít OD NES534 (TDA-1034) s malým šumem nebo ještě lépe dva v jednom pouzdře, NES532. Tyto obvody se však u nás nevyrábějí. Proto můžeme s poněkud horšími šumovými parametry použít „fetové“ operační zesilovače MAC155 (MAB355) nebo MAC156 (MAB356). Také by bylo možné použít ekvivalenty „fetových“ operačních zesilovačů TL071, které se vyrábějí v NDR.



Obr. 85. Elektronická výhybka



Obr. 87. Obecné blokové schéma zesilovače PDM

Obr. 86. Vztahy pro výpočet propustí; a) dolní, b) horní propust

Kondenzátory používáme pokud možno svítkové, odpory metalizované s tolerancí 5 %. Hodnoty součástek získaných výpočtem zaokrouhlíme na nejbližší hodnotu v řadě E24, nebo sestavíme jako paralelní, či sériovou kombinaci.

Elektror 9/84

Zesilovače PDM

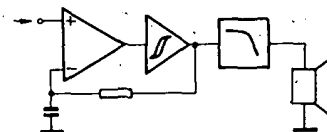
Rovněž v nízkofrekvenční oblasti pokračuje digitalizace přenosových systémů. Začínají se uplatňovat „digitální“ koncové zesilovače. Zvláštní pozornosti zasluhují zesilovače pracující na principu pulsní délkové modulace, které jsou označovány jako PDM nebo zesilovače třídy D. Nezávisle na označení jde o stejný princip. Analogový nf signál je proměněn v pravouhlý, přičemž informace je obsažena v proměnlivé délce impulsu.

Na obr. 87 je blokové schéma, které je společné takřka všem zesilovačům PDM. Symetrický pravouhlý signál je širkově modulován nf signálem. Výsledný signál budí koncový stupeň zesilovače, který odevzdává požadovaný výkon. Koncový stupeň nepracuje jako obvykle s analogovými prvky, které více či méně vedou v závislosti na budícím signálu, ale s elektronickými spínači. Protože ty mají (teoreticky) pouze dva stavy, nemůže mít takový zesilovač teoreticky žádný ztrátový výkon ve formě tepla. V praxi je účinnost zesilovačů PDM větší než zesilovačů analogových. Další předností jsou malé nároky na linearity koncového stupně (připomeňme si obávané přechodové zkreslení) ve srovnání s analogovými ekvivalenty. Problematické je odfiltrování vysokofrekvenčního přepínacího kmitočtu. Kdybychom ne-

používali filtr, stal by se z nf zesilovače i silný relativně širokopásmový vf zesilovač.

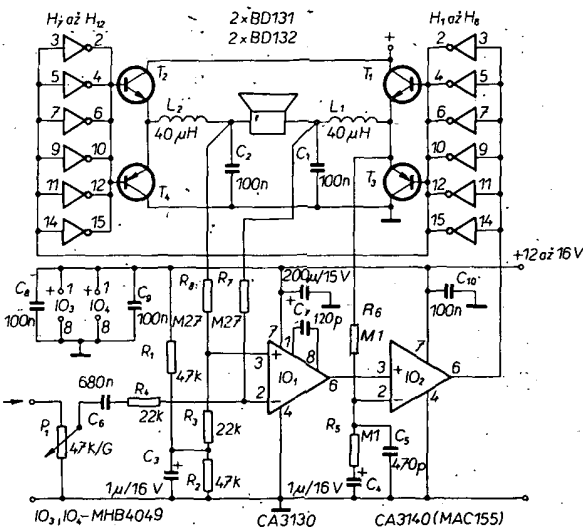
Zesilovač PDM je možné realizovat různými metodami. Většina z nich je však v pokusném stadiu, přestože některé firmy již tyto zesilovače vyrábějí. Mezi tyto metody patří i princip kmitajícího zesilovače, který bude dále popsán. Vzniká spojením generátoru pravouhlého signálu širkového modulatoru a koncového stupně v jednu funkční jednotku, kterou je možno označit jako „širkově modulovaný výkonový generátor pravouhlého signálu“. Je nutno dodat, že tato verze zesilovače PDM může být realizována značně jednodušeji než ostatní.

Popsaný zesilovač má výkon 10 W při zátěži 4 Ω a je vhodný pro použití například do auta. Jeho blokové zapojení je na obr. 80. Operační zesilovač řídí Schmittův klopný obvod, jehož výstup je porovnáván

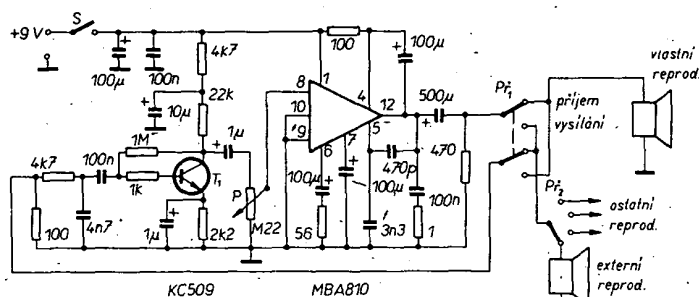


Obr. 88. Blokové schéma zesilovače PDM do auta

se vstupním signálem. Systém se samostatně nastavuje tak, aby na obou OZ bylo stejné napětí. To je však možné jen tehdy, měnil-li se šířka impulsů. Není-li to možné, systém se přizpůsobuje snižováním kmitočtu kmitání. Na obr. 89 je vpravo řídicí polovina můstku tvořena IO₂, H₁ až H₆, T₁ a T₃. Druhou polovinu tvoří H₇ až H₁₂, které dávají řídicí protifázový signál pro T₂ a T₄. Nevýhodou tohoto uspořádání je to, že „protifázový podíl“ není v záporné zpětné



Obr. 89. Zapojení zesilovače PDM do auta



Obr. 90. Hlasitý domácí telefon

vazbě, ale v kladné vazbě. Mimoto nastává přechodové zkreslení, protože spínací rychlost není nekonečná. Přesto jsou vlastnosti zapojení natolik dobré, že signály z obou zesilovačů jsou zavedeny na vstupy IO₁ jako zpětná vazba.

Vlastností se tento zesilovač vyrovná svému většímu analogovému protějšku. Výstupní výkon je závislý na použitých tranzistorech. Pár BD131/BD132 dává výstupní výkon 10 W při zkreslení 0,3 %, maximálně 12 W při zkreslení 10 %. U tranzistorů nezáleží pouze na výkonu, ale také na spínacích vlastnostech.

Protože tento zesilovač byl určen pro provoz v automobilu, platí všechny údaje pro napájení 13,8 V. Vstupní signál je minimálně 800 mV. K filtraci napájecího napětí je použita cívka 1 mH a kondenzátor 2200 μF/25 V.

Celý zesilovač se vejde na destičku 90 × 60 mm. Tranzistory T₁ a T₂, T₃ a T₄ můžeme dát na společný chladič. Cívky L₁ a L₂ musí mít indukčnost 40 μH a jmenovitý proud 3 A. Cívky lze navinout na feritový toroid o průměru 25 mm.

s uzemněným emitorem. Člen RC na vstupu omezuje šířku pásma, ale k přenášení hovoru šířka pásma bohatě postačuje. Šířku pásma můžeme měnit změnou kapacit kondenzátorů 470 pF a 3,3 nF (je třeba měnit i v tom případě, kdy by měl zesilovač sklon k rozkmitávání; obvyklý Boucherotův člen (100 nF, 1 Ω) slouží k podobnému účelu). Zesílení můžeme měnit změnou odporu rezistoru 56 Ω (jeho zvětšením se zesílení zmenšuje a obráceně), změnou zesílení se mění i stabilita a kmitočtové pásmo. Integrovaný zesilovač není výkonově plně využit, v zapojení na obr. 90 získáme na reproduktoru 4 Ω při napájení 9 V výkon až 1,5 W, to je však více než dostatečné. Potenciometrem P můžeme změnit hlasitost. Reproduktery mohou mít impedanci 4 až 16 Ω. Vedení k externím reproduktům by měla být stíněná. K napájení postačí dvě ploché baterie – pokud zařízení nebude stále v provozu. Jinak bude třeba napájet zařízení z malého síťového zdroje 9 V.

Rádiotechnika 1/1983

Elektor 9/79, 7-8/83

Hlasitý domácí telefon

Zapojení podle obr. 90 můžeme použít především jako hlasitého vrátného, ale také pro spojení v rozlehlých budovách a komunikovat s lidmi na různých místech. Pro signalizaci však musíme použít zvonkový systém.

Řídicí středisko je centrálou, má po ruce přepínač příjem-vysílání, ostatní stanice v místech s reproduktory (slouží také jako mikrofony) jsou jen pasivní (lze do nich hovořit pouze po jejich připojení centrálou). Je-li přepínač P₁ v poloze příjem, je připojen na výstup zesilovače vlastní reproduktor a hovor z externího reproduktoru jde na vstup zesilovače. Přepínač P₁ v poloze vysílání připojí vlastní reproduktor na vstup zesilovače a externí na výstup zesilovače, kde bude slyšet náš hlas. Přepínač P₂ umožňuje zvolit místo, se kterým chceme mluvit.

Použité zapojení má velké zesílení. Tranzistor T₁ pracuje jako předzesilovač

Doplňky pro motorová vozidla

Otáčkoměr pro „diesel“

Otáčkoměrů pro benzinové motory již bylo uveřejněno i na stránkách AR velmi mnoho, ale dosud nebyl zveřejněn popis otáčkoměru pro dieselové motory. Zapojení podle obr. 91 chce vyplnit tuto mezeru.

U otáčkoměrů pro benzinové motory získáváme řídicí impulsy z přerušovače, u dieselových motorů přerušovače nejsou. Signál, který by byl úměrný rychlosti otáčení motoru, můžeme získat jedině z alternátoru. Vychází proto z toho, že rychlost otáčení třífázového alternátoru je lineárně závislá na rychlosti otáčení motoru – když nebereme v úvahu skluz klínového řemenu, který je většinou zanedbatelný. Signál odebíráme z některé z cívek statoru alternátoru (obr. 91a – body A, B nebo C), kde můžeme naměřit

kladné půlvlny asi 15 V. Kmitočet signálu se pohybuje podle rychlosti otáčení v mezích asi 100-Hz až 1 kHz a je ovlivněn převodem mezi motorem a alternátorem.

Získané krátké půlvlny na vstupu otáčkoměru se po filtraci, omezení a formování přivádějí na invertující vstup operačního zesilovače. Dioda D₂ ořezává záporné půlvlny a omezuje kladné asi na 12 V. Operační zesilovač pracuje jako komparátor s velkým zesílením a kladnou zpětnou vazbou jako spínač. Na jeho výstupu bude signál pravouhlého průběhu o velikosti plného napájecího napětí, jehož kmitočet bude odpovídat rychlosti otáčení motoru. Tento signál diferencujeme (C₃, R₈), omezuje (D₃) a tím získáme záporné impulsy, kterými spustíme IO₂, který pracuje v režimu spouštěného monostabilního multivibrátoru. Na výstupu časovače dostaneme pravouhlé impulsy s konstantní šířkou a s amplitudou napájecího napětí, jejichž kmitočet bude úměrný rychlosti otáčení motoru. Šířku impulsu určují P₁, R₉ a C₄. Z toho vyplývá, že střední usměrněné výstupní napětí IO₂ bude lineárně závislé na rychlosti otáčení motoru, tedy na četnosti spouštěcích impulsů. Střední hodnotu výstupního signálu integruje člen R₁₁, C₆ po omezení R₁₀, D₄. Na kondenzátoru C₅ bude stejnosměrné napětí, úměrné rychlosti otáčení motoru, které měříme ručkovým měřidlem. Stupnici můžeme kalibrovat odporovým trimrem P₂ známou metodou (se signálním generátorem). Celkové zapojení otáčkoměru je na obr. 91b.

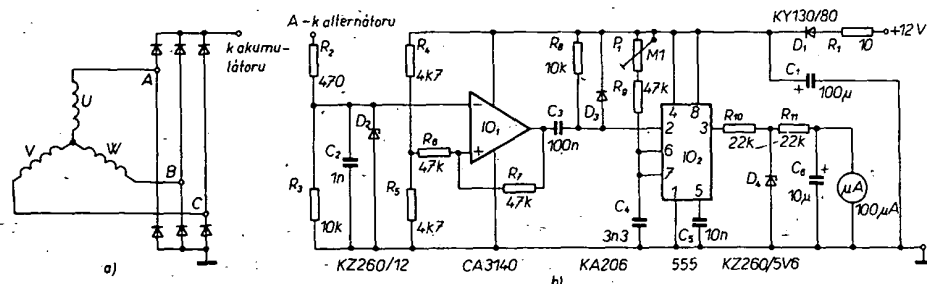
Otáčkoměr lze vylepšit již jině popsáním zapojením pro digitální indikaci.

Ročenka Rádiotechnika 1986

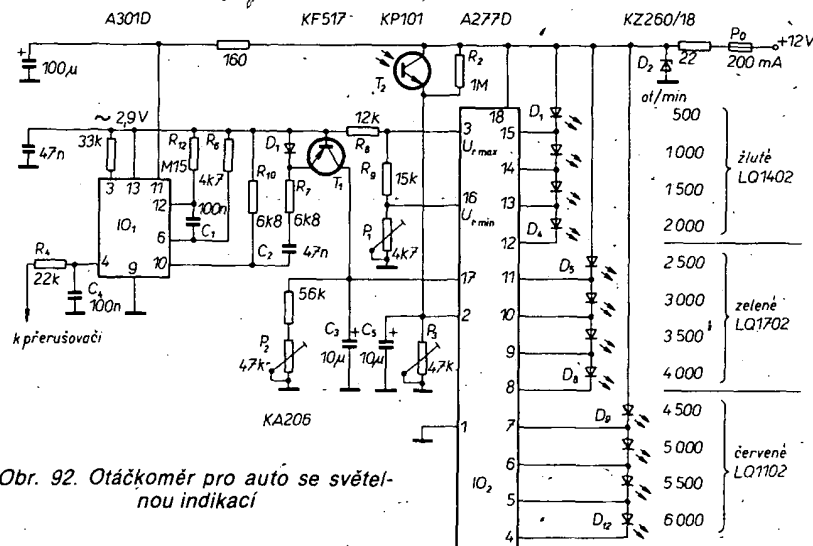
Otáčkoměr pro auto se světelnou indikací

Na obr. 92 je otáčkoměr, který má světelnou indikaci ze svítivých diod k měření rychlosti otáčení motoru. Na vstupní obvod byl použit známý prvek z NDR – A301D, který je zde jako monostabilní multivibrátor. Protože má vnitřní stabilizaci napětí, máme zaručenou stálou amplitudu výstupních impulsů.

Řídicí signál odebíráme z přerušovače, výstupní signál z monostabilního multivibrátoru – vývod 10 – má konstantní amplitudu. Stabilizované napětí IO₁ je zároveň referenčním napětím pro IO₂, pomocí děliče R₈, R₉, P₁ nastavíme napětí U_{r max} a U_{r min} na IO₂. Tato napětí odpovídají rozsvícení D₁ a D₁₂ – tím je nastavena celá stupnice s D₁ až D₁₂. Výstupní impulsy monostabilního multivibrátoru řídí emitor tranzistoru T₁, tranzistor během trvání impulsů vede. V této době se náboj kondenzátoru C₂ převede do kondenzátoru C₃, napětí na něm bude úměrné rychlosti otáčení motoru. Napětí na kondenzátoru C₃ je řídicím napětím na vstupu IO₂.



Obr. 91. Otáčkoměr pro dieselový motor



Obr. 92. Otáčkoměr pro auto se světelnou indikací

Otáčkoměr se cejchuje trimry P_1 a P_2 . Jednotlivě svítivé diody indikují rychlost otáčení po pěti stech otáčkách, D_1 indikuje 500, D_{12} pak 6000 ot./min.

Fototranzistorem T_2 se automaticky reguluje jas svítivých diod podle okolního osvětlení, pro nastavení slouží P_3 . Fototranzistor umístíme tak, aby byl osvětlen okolím, na kterém závisí viditelnost rozsvícení diod LED.

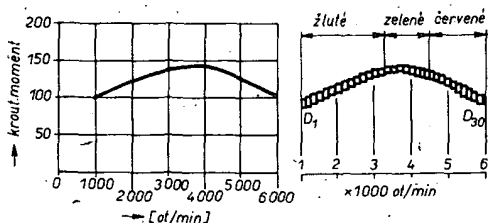
Otáčkoměr cejchujeme přesným generátorem a pravouhlými impulsy.

Ročenka Radiotechnika 1985

Otáčkoměr do auta s indikací kroutícího momentu

Otáčkoměry dávají jen jedinou informaci: rychlost otáčení motoru v otáčkách za minutu. Důležitou veličinou je však i kroutící moment, protože motor pracuje optimálně jen v určitém rozsahu rychlosti otáčení a v tomto rozsahu má i optimální kroutící moment. V tomto rozsahu je jízda nejekonomičtější s nejmenší spotřebou.

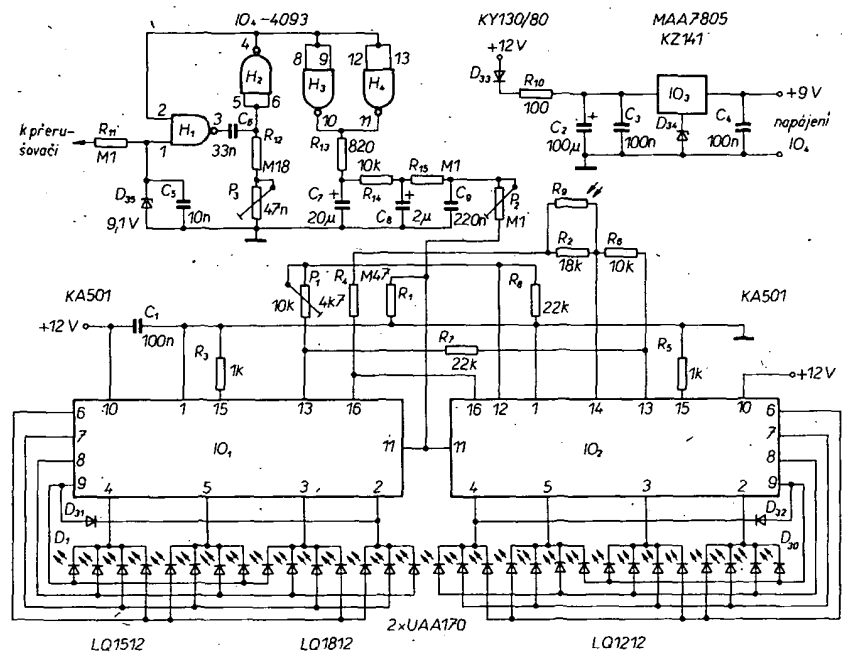
Každý typ vozu má svůj graf, v němž je uvedena křivka závislosti kroutícího momentu na rychlosti otáčení motoru. Kupř. na obr. 93 je křivka, podle které má motor maximální kroutící moment při 4000 otáčkách za minutu. Optimální pro tento motor bude tedy rychlost otáčení od 3300 do 4500 otáček za minutu. Abychom to viděli i názorně a nemuseli stále odvozovat od rychlosti otáčení motoru, uspořádáme svítivé diody v počtu třiceti (různobarevné, pokud možno hranaté) do křivky grafu kroutícího momentu a při jízdě můžeme sledovat náš způsob jízdy jako na osciloskopu: v rozsahu malých rychlostí otáčení budou svítit diody žluté, při optimální rychlosti zelené a při velkých rychlostech červené. Tak jediným pohledem zjistíme



Obr. 93. Křivka kroutícího momentu a indikace diodami LED

nejen rychlost otáčení motoru, ale i kroutící moment a hospodárnost naší jízdy.

Neobejdeme se však bez zahraničních součástí, protože u nás nemáme čtyřná-



Obr. 94. Zapojení otáčkoměru s indikací kroutícího momentu

sobný klopný obvod v provedení CMOS (4093) a UAA170 také nemůžeme plně nahradit obvodem A277. Problémem bude i sehnání třiceti různobarevných svítivých diod, i když se u nás vyrábějí.

Zapojení přístroje je na obr. 94. Impulsy z přerušovače vedeme na měnič, který z nich podle jejich četnosti vytvoří určité stejnosměrné napětí. Čím jsou impulsy četnější, tím bude stejnosměrné napětí větší. Tímto napětím se pak řídí rozsvěcování svítivých diod.

R_{11} , D_{35} a C_5 přizpůsobují impulsy z přerušovače ke vstupu hradla H_1 , které s H_2 , C_6 , R_{12} a P_3 tvoří monostabilní klopný obvod, z jehož výstupu se přes H_3 a H_4 dostává signál na integrátor R_{13} až R_{15} , C_7 až C_9 , kde se objeví stejnosměrné napětí, jehož velikost je úměrná počtu impulsů, tedy rychlosti otáčení motoru. Trimrem P_2 řídíme napětí potřebné k postupnému rozsvěcování svítivých diod. Dva obvody UAA170 jsou spojeny v kaskádě a postupně rozsvěcují LED podle napětí, které přivádíme na jejich vstupy. Trimrem P_1 vyrovnáme rozdíly mezi I_{O1} a I_{O2} . R_9 je fotorezistor libovolného typu, který řídí

intenzitu jasu svítivých diod podle okolního osvětlení. Jednoduchý stabilizátor napětí slouží k napájení I_{O4} , místo I_{O3} postačuje i Zenerova dioda.

K nastavení potřebujeme generátor – nejlépe pravouhlého signálu, příp. čítač. Přepočteme „otáčky“ na kmitočet:

$$f [\text{Hz}] = uPB,$$

kde u je počet otáček za minutu, P počet válců a B počet zapálení směsi ve válci během 1 ot./min, pro čtyřdobý motor je to 0,5.

Kupř. pro čtyřdobý motor, čtyři válce:

2000 otáček:

$$f = 2000/60 \cdot 4 \cdot 0,5 = 66,67 \text{ Hz},$$

$$6000 \text{ otáček: } f = 6000/60 \cdot 4 \cdot 0,5 = 200 \text{ Hz}.$$

Generátor nastavíme asi na 130 Hz, P_1 až P_3 jsou ve střední poloze. Otáčíme P_3 , aby se ve středu stupnice rozsvítila jedna dioda. Potom pomocí P_1 dosáhneme, že se při malé změně kmitočtu rozsvítí D_{15} a zhasne D_{16} a obráceně. Nastavíme-li P_1 přesně, potom při kmitočtu 66 Hz se má rozsvítit D_1 a při 200 Hz D_{30} . Při zvyšování kmitočtu od 66 Hz se mají jednotlivé diody postupně rozsvěcovat, svítit má vždy jen jedna dioda.

Elektr 4/1985

INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Naše vojsko, inzertní oddělení (inzerce AR), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294. Uzávěrka tohoto čísla byla dne 13. 6. 1986, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme. Text inzerátu pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

PRODEJ

RLC můstek (480), různé přístroje, skříňky a 80). Jiří Forejt, Nad úpadem 439, 149 00 Praha 4.